В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ



ВЫПУСК 99

СОДЕРЖАНИЕ

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

ПРОСТОЙ ТРАНСИВЕР НА 160-МЕТРОВЫЙ ДИАПАЗОН

А. Погосов

Однодиапазонные трансиверы пользуются популярностью у начинающих радиолюбителей. О некоторых из таких аппаратов рассказано в литературе (например, [1—4]). Описываемый трансивер был создан в результате попытки еще больше упростить схему, конструкцию и его налаживание. Этого удалось добиться, применив в нем наряду с транзисторами радиолампы, использовав высокие «ламповые» напряжения для питания транзисторных каскадов. Можно отметить, что в этом аппарате примерно столько же деталей, сколько их на основной плате популярного среди радиолюбителей трансивера «Радио-76М2» [4].

Данный трансивер предназначен для ведения радиосвязи телефоном с одной (нижней) боковой полосой (SSB) в диапазоне 160 м при выходной пиковой мощности 5 Вт. Дрейф частоты после 15-минутного прогрева аппарата не превышает 12 Гц в минуту. Чувствительность в режиме приема при отношении сигнал/шум, равном 10 дБ, 8 мкВ. Избирательность по зеркальному каналу — не хуже 46 дБ, по соседнему — определяется свойствами примененного в устройстве электромеханического фильтра. Трансивер удовлетворительно согласуется с антеннами, у которых полное сопротивление 40 Ом...1 кОм.

Конструкция трансивера допускает введение некоторых модификаций и изменений, например повышающих чувствительность, избирательность по зеркальному каналу, введение индикатора выходной мощности и силы принимаемого сигнала, систем АРУ и ALC, узлов формирования телеграфного сигнала (CW), применение электронной коммутации режимов работы «прием — передача» совместно с голосовым управлением (VOX).

Вначале рассмотрим схему и особенности основного наипростейшего варианта трансивера и его конструкции, а уже затем некоторые возможные варианты модификации и конструкции устройства.

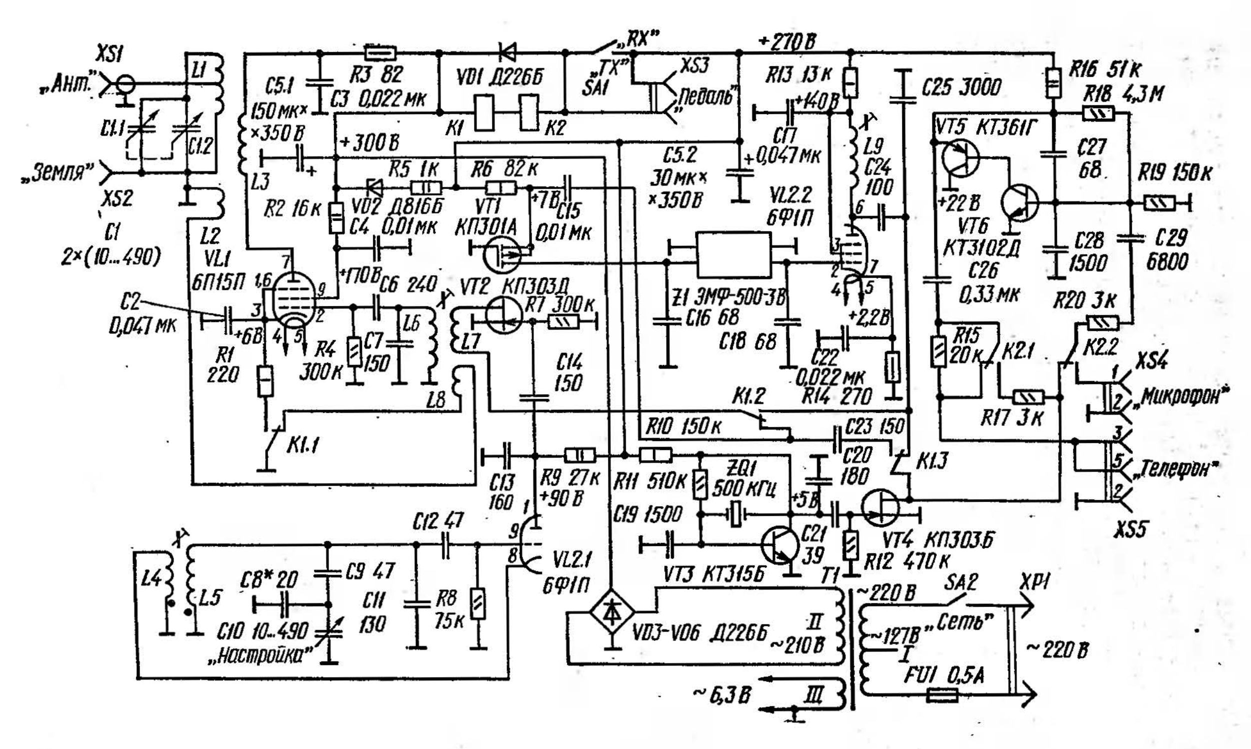


Рис. 1. Принципиальная схема базового трансивера

Принципиальная схема трансивера приведена на рис. 1. Контакты реле K1 и K2 изображены в положении, соответствующем работе на прием.

Сигнал с антенны радиостанции через разъем XS1 поступает в антенный контур L1C1, настроенный на рабочую частоту. Так как катодная цепь лампы VL1 разомкнута контактами K1.1 и, следовательно, через лампу ток не протекает, ее анодная цепь контур не шунтирует, что не создает дополнительных шумов. Через катушки связи L2 и L8 сигнал поступает в сеточный контур L6C7. Связь между контурами L1C1 и L6C7, определяемая числами витков катушек L2 и L8 и расположением этих катушек по отношению к контурным, выбрана так, что система, состоящая из элементов L1, C1, L2, L8, L6, C7, представляет собой двухконтурный полосовой фильтр, обеспечивающий хорошую избирательность по зеркальному каналу. Резистор утечки тока сетки R4 практически не снижает добротности контура L6C7.

Далее сигнал поступает на пассивный смеситель перемножительного типа, выполненный на полевом транзисторе VT2. Подробно такие смесители описаны в [5]. Отметим только, что такого рода устройство представляет собой фактически ключ, периоднчески прерывающий цепь прохождения сигнала под действием напряжения гетеродина, приложенного к затвору полевого транзистора. Входное и выходное сопротивления такого смесителя (а принципиальной разницы между входом и выходом у него нет) сравннтельно невелики и, в зависимости от параметров ключевого транзистора, составляют от 100 до 1500 Ом. В данном случае входное сопротивление смесителя около 500 Ом, и поэтому тре буется его частичное включение в контур L6C7, которое обеспечивается трансформаторной связью через катушку L7. Напряжение смещения на затворе VT2 устанавливается автоматически путем детектирования сигнала гетеродина р-п переходом полевого транзистора. Преобразоваиие частоты происходит в цепи, состоящей из последовательно соединенных ключа-смесителя, источника сигнала (L7) и нагрузки — цепи истока МОП-транзистора VT1. Транзистор VT1 включен по схеме усилителя с общим затвором. Входное сопротивление этого каскада около 1 кОм, что обеспечивает его удовлетворительное согласование со смесителем, а выходное — не менее

35 кОм, которое достаточно для нормальной работы электромеханического фильтра (ЭМФ) ZQ1. Таким образом, предусилитель ПЧ на транзисторе VT1 согласует смеситель с ЭМФ, а также обеспечивает 10-кратное усиление по напряжению, компенсируя тем самым потери в пассивном смесителе и ЭМФ. Этим достигается достаточно высокая чувствительность трансивера, несмотря на отсутствие усилителя радиочастоты.

Прежде чем проследить за дальнейшим прохождением сигнала, рассмотрим гетеродин. Он выполнен иа триоде VL2.1 по схеме индуктивной «трехточки». Коиденсаторы C8 и C9 обеспечивают необходимое перекрытие по частоте, причем увеличение емкости коиденсатора C8 «растягивает» настройку у высокочастотной границы диапазона, а уменьшение C9 — у низкочастотной. Выходное напряжение гетеродина снимается с анода триода VL2.4. Роль нагрузки, на которой выделяется выходное напряжение, играет конденсатор C13. Благодаря использованию конденсатора, а не резистора или дросселя, как обычно, перемеиная составляющая аиодного напряжения оказывается сдвинута по фазе на π/2 по отношению к сеточному напряжению. Поэтому анодная цепь лампы VL2.1 вносит лишь некоторое затухаиие в контур гетеродиа и практически не влияет иа его частоту. В результате стабильность частоты гетеродина при измененииях питающего напряжения, крутизны характеристики лампы оказывается достаточно высокой, что позволяет отказаться от стабилизации напряжения питания гетеродина. Кроме того, частота гетеродина слабо зависит и от входиой емкости смесителя по гетеродинному входу, поэтому исключается сдвиг частоты при переходе с приема на передачу и наоборот. Конденсатор C13 взят с такой емкостью, чтобы размах напряжения на затворе смесительного транзистора VT2 был 4...5 В. Форма этого напряжения иапоминает пилообразную, что, однако, не сказывается на свойствах смесителя, малокритичного к форме гетеродинного напряжения.

Размах сигнала гетеродина должен быть, по крайней мере, в 1,5 раза больше напряжения отсечки транзистора VT2, иначе снижается коэффициент передачи преобразователя. Однако делать его более 6...7 В нецелесообразно, так как усиливается паразитное преобразование

на гармониках гетеродина, а коэффициент передачи уже не увеличивается.

Рассмотрим теперь работу остальных каскадов трансивера.

С ЭМФ сигнал промежуточной частоты уровнем не менее 5 мкВ поступает на управляющую сетку пентода VL2.2, выполняющего функции усилителя ПЧ. Анодный контур L9C24C25 настроен на частоту 502 кГц. Выходом УПЧ является точка соединения конденсаторов C24 и C25, образующих емкостной «отвод» от контура. Емкость конденсатора C25 выбрана примерно в 30 раз больше емкости C24, примерно во столько же раз переменное напряжение на выходе УПЧ меньше напряжения на аноде лампы VL2.2. В результате каскад усиливает сигнал в 10...15 раз. Выходное сопротивление усилителя ПЧ в 1000 раз меньше резонансного сопротивления контура L9C24C25 и равно около 150 Ом. Такое сравнительно низкое сопротивление необходимо потому, что к выходу УПЧ через контакты K1.3 подключается детектор перемножительного типа на транзисторе VT4, имеющий, как и первый смеситель на VT2, невысокое входное сопротивление (около 300...500 Ом). В отличие от смесителя SSB-детектор собран по параллельной схеме: промежуток исток-сток VT4 подключен параллельно выходу усилителя ПЧ. Коэффициент передачи детектора примерно 0,7. Напряжение на затвор VT4 размахом 4...6 В подается с опорного генератора, выполненного по схеме емкостной «трехточки» на транзисторе VT3. При увеличении емкости конденсатора C20 частота генерации понижается, приближаясь к частоте резонанса кварца ZQ2, но уменьшается и амплитуда колебаний. Поэтому его номинал выбирают из компромиссных соображений, а C19 — раз в десять больше, чем C20.

С выхода детектора сигнал звуковой частоты уровнем не менее 30...50 мкВ через контакты K2.2 поступает на вход универсального усилителя на составном транзисторе VT5VT6. Для фильтрации высокочастотных составляющих используется цепочка R20C28, а также конденсатор C27 в цепи обратной связи. Ток коллектора транзистора VT6 находится в пределах 50...100 мкА, что обеспечивает малый шум усилителя. Цепь обратной связи R18R19 стабилизирует режим усилителя по постоянному току. Входное сопротивление усилителя 3,5 кОм, выходное — 600 Ом.

Так как универсальный усилитель питается высоким напряжением — 260 В, то оказывается возможным одновременно получить значительный коэффициент передачи (1000...1500) и большую амплитуду неискаженного выходного сигнала (не менее 20 В), а также достаточную выходную мощность (40 мВт) при всего лишь одном каскаде усиления и минимальном числе деталей.

С выхода усилителя через конденсатор С26 и контакты К2.1 звуковой сигнал амплитудой не менее 50 мВ подается на головные телефоны с высоким или средним полным сопротивлением (от 100 Ом до 10 кОм). Можио использовать и низкоомные стереотелефоны, взяв конденсатор С26 емкостью не менее 1 мкФ.

Чтобы перевести трансивер в режим передачи, нужно, включив тумблер SA1 или замкнув гнезда разъема XS3 дистанционного управления, подать питание на обмотки реле К1 и К2. Стабилитрон VD2 выбирается такнм, чтобы его пробивное напряжение равнялось суммарному напряженню на обмотках реле, достаточному для их надежного срабатывания (в данном случае 24 В). Поэтому при замыкании тумблера SA1 через обмотки реле протекает ток около 25 мА, потребляемый всеми каскадами трансивера, кроме оконечного, и реле срабатывает.

Резистор R5 выбран так, чтобы падение напряжения на цепочке VD2R5 в режиме приема было на 5...10 В больше, чем напряжение на обмотках реле в режиме передачи. Благодаря этому напряжение на конденсаторе С5.2 при переходе с приема на передачу остается почти постоянным, несмотря на подключение к источнику питания дополнительной нагрузки — усилителя мощности.

В режиме передачи напряжение с микрофона амплитудой до 2 мВ поступает на вход универсального усилителя. Конденсатор С29, ослабляя нижние частоты звукового спектра, увеличивает разборчивость речн. С выхода усилителя сигнал уровнем до 3 В подается через резистор R17 на модулятор, а через R15 с ослаблением — иа головные телефоны для самоконтроля.

Роль «балансного» модулятора играет смеситель перемножительного типа на транзисторе VT4, выполненный по параллельной схеме. Здесь используется свойство такого смесителя подавлять несущую без каких-либо балансировок. Это происходит из-за малой емкости

затвор-сток полевого транзистора. В данном случае несущая в формируемом двухполосном сигнале (DSB) подавлена примерно на 30 дБ.

DSB-сигнал амплитудой до 1,5 В со стока VT4 через конденсатор C23 поступает на вход предусилителя ПЧ на транзисторе VT1 и далее на вход ЭМФ, где уровень DSB-сигнала достигает 4 В. ЭМФ выделяет верхнюю боковую полосу сигнала ПЧ и дополнительно ослабляет остаток несущей до уровня — 40 дБ. Амплитуда SSB-сигнала на сетке VL2.2 достигает 0,5 В, на аноде — 100...120 В, на выходе усилителя ПЧ — 3...4 В.

С выхода усилителя ПЧ сигнал через контакты K1.2 подается в цепь преобразователя частоты, состоящую из катушки L7 и ключа-смесителя на транзисторе VT2. В катушке L7 появляются токи с комбинационными частотами амплитудой до 10 мА. Нужный продукт преобразования выделяет контур L6C7. Поскольку частота гетеродина выше частоты настройки контура L6C7, то боковая полоса инвертируется. Амплитуда напряжения на контуре L6C7 составляет 5...7 В, что вполне достаточно для работы лампы VL1 усилителя мощности в классе AB или B.

Начальное смещение на сетке лампы VL1 устанавливается автоматически из-за падения напряжения на резисторе R1. Анодный ток покоя лампы составляет около 30 мА, поэтому слабые и средние сигналы с амплитудой на управляющей сетке до 4...5 В усиливаются в классе А. При дальнейшем возрастании амплитуды возбуждения лампа начинает работать в классе AB, а затем в классе B из-за появления дополнительного отрицательного смещения на сетке вследствие детектирования переменного сеточного напряжения участком сетка-катод лампы VL1. Режим «плавающего» смещения приводит к тому, что изгиб амплитудной характеристики усилителя мощности оказывается плавным. Это обеспечивает «мягкое» ограничение SSB-сигнала на выходе трансивера и способствует снижению уровня внеполосных излучений.

Анодная цепь лампы VL1 трансформаторно связана с антенным контуром L1C1. Для согласования антенны с анодной цепью лампы антенна подключается к отводу контура. Положение отвода можно менять, подпаивая его к виткам катушки L1. В режиме передачн связь между контурами L1C1 и L6C7 нарушается размыканием

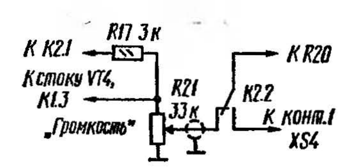


Рис. 2. Принципиальная схема регулятора громкости

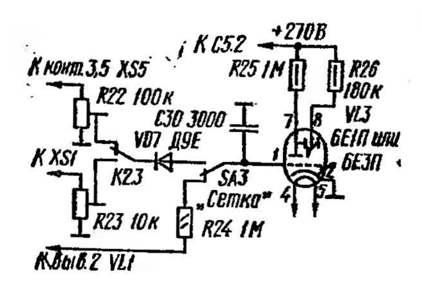


Рис. 3. Принципиальная схема индикатора выходной мощности, напряжения возбуждения выходного каскада и S-метра

контактов К1.1. Это предотвращает самовозбуждение усилителя. Фильтр R3C3 исключает проникновение высокочастотного напряжения в цепь анодного питания трансивера.

Напряжение со вторичной обмотки трансформатора Т1 выпрямляется диодным мостом VD3-VD6. Конденсатор С5.1 заряжается до напряжения около 300 В. Оно используется для питания усилителя мощности, собранного на пентоде VL1. Питание на остальные каскады трансивера (гетеродин, выполненный на триодной части лампы VL2.1, усилитель промежуточной частоты на транзисторе VT1 и лампе VL2.2, опорный генератор на частоту 500 кГц, универсальный усилитель звуковой частоты на транзисторах VT5 и VT6) поступает через гасяще-фильтрующую цепочку VD2R5C5.2.

Схема трансивера упрощена настолько, что в устройстве отсутствуют какие-либо регулировки, кроме настройки гетеродина и антенного контура. Однако при желании в аппарат можно ввести дополнительные регуляторы и индикаторы. Например, регулятор громкости удобно выполнить по схеме, показанной на рис. 2.

Полезно также ввести в трансивер индикатор выходной мощности и напряжения возбуждения выходного каскада при передаче, а также S-метр. Схема такого узла приведена на рис. 3. Подстроечным резистором R22 регулируют чувствительность S-метра, R23 — индикатора выхода. Диод VD7 взят германиевым, во-первых, для увеличения чувствительности к малым сигналам и, во-вторых, для того, чтобы конденсатор С30 имел возможность разряжаться за счет обратного тока диода.

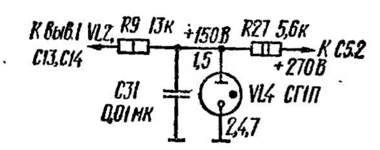


Рис. 4. Принципиальная схема стабилизатора напряжения питания

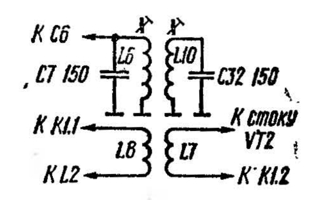


Рис. 5. Принципиальная схема двухконтурного полосового фильтра

Когда переключатель SA3 установлен в положение «Сетка», то индикаторная лампа VL3 регистрирует избыточное отрицательное смещение на сетке лампы VL1, что позволяет судить об амплитуде возбуждения и классе, в котором работает оконечный усилитель мощности.

Если напряжение питания гетеродина не стабильно и меняется более чем на ±15 %, то его желательно застабилизировать. На рис. 4 изображена схема включения стабилитрона тлеющего разряда VL4. Конденсатор С31 уменьшает шумы стабилитрона. Низкочастотные релаксационные колебания в цепи C31VL4, как правило, не возникают. Лампу VL4 можно заменить иа полупроводниковые стабилитроны серий КС630, КС650 или на два последовательно включенных Д817Г так, чтобы общее напряжение стабилизации находилось в пределах 120...160 В.

При желании можно увеличить избирательность трансивера по зеркальному каналу до 60 дБ и более, примеиив вместо одиночного контура L6C7 двухконтурный полосовой фильтр (см. рис. 5). Связь между коитурами L6C7 и L10C32 индуктивная, ее регулируют, изменяя расстояние между осями контуриых катушек, для получения требуемой полосы пропускания фильтра примерно 100 кГц.

Чувствительность трансивера можно довести до 1 мкВ, используя на прием активный смеситель с высоким входным сопротивлением, подключенный ко всему контуру L10C32. Эта модификация трансивера иллюстрируется рис. 6. В режиме приема сигнал поступает на затвор транзистора VT1, играющего роль смесителя, и далее на ЭМФ. Эффект преобразования частоты достигается изменением глубины отрицательной обратной связи в каскаде на VT1 с помощью транзисторного ключа (VT2), управляемого сигналом гетеродина. Смеси-

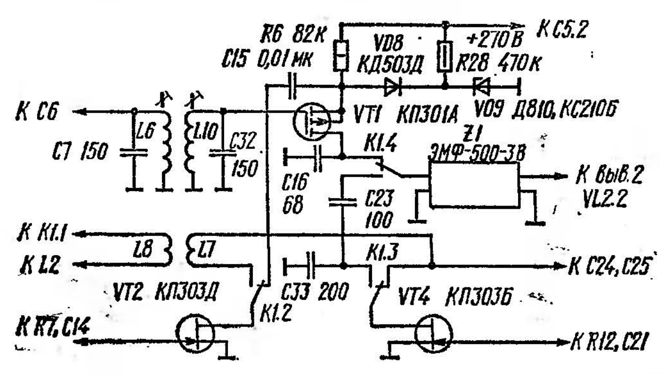


Рис. 6. **Принципиальная схема активного смесителя с высокнм входным сопротивленнем**

тель подобного рода описан в [6]. Диод VD8 закрыт, и цепь R28VD9 не оказывает влияния на работу каскада. Выигрыш по чувствительности по сравнению с основным вариантом трансивера получается из-за того, что сигнал подается на вход смесителя со всего контура, а не с катушки связи L7 (см. рис. 1).

В режиме передачи цепь стока транзистора VT1 разрывается, защитная цепочка VD8VD9, ограничивая напряжение иа истоке на уровне 10...11 В, предотвращает пробой МОП-транзистора VT1. Выключенный смеситель не шунтирует и не расстраивает контур L10C32. DSB-сигнал поступает на вход ЭМФ с модулятора VT4 через согласующий делитель C23C33. В остальном работа трансивера не отличается от работы основного варианта аппарата.

В трансивер можно ввести АРУ при приеме, регулируя крутизну пентода VL2.2 усилителя ПЧ с помощью полевого транзистора (рис. 7). Напряжение АРУ можно получить, выпрямляя сигнал с выхода универсального усилителя. Аналогично строится система ALC, только управляющий сигнал снимается непосредственно с управляющей сетки лампы VL1 или с детектора, подсоединенного к антенне.

Имеется возможность использования раздельных полосовых фильтров радиочастоты на прием и передачу. В этом случае приемный фильтр постоянно связан с антенным контуром и затвором транзистора VT1, причем контуры полосового фильтра зашунтированы включенными встречно-параллельно кремниевыми высокочастот-

ными диодами, например КД503. Применение раздельных фильтров позволяет избежать коммутации в цепи катушек связи L2 и L8, заменить в остальных местах контакты реле электронными МОП- и КМОП-ключами.

Чтобы ввести телеграфный режим, необходимо модифицировать трансивер в соответствии с рис. 8. В режи-

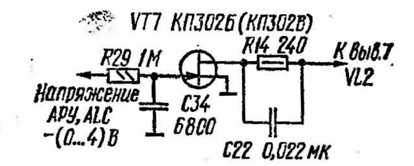


Рис. 7. Принципиальная схема узла АРУ

ме передачи сигнал частотой около 501 кГц с манипулируемого генератора, схему которого можно позаимствовать из [2], поступает через конденсатор C23 на вход предусилителя ПЧ или на вход ЭМФ. Выход DSB-модулятора VT4 замкнут на «землю», чтобы речевой сигнал не проникал в усилитель ПЧ трансивера. Дополнительный смеситель (тоже перемножительного типа) на транзисторе VT8 служит для самоконтроля, причем звуковой сигнал проходит универсальный усилитель и резистор R15.

Работа трансивера на прием в режиме «CW» особенностей не имеет.

Теперь о деталях. Транзистор VT1 можно заменить на любой из серии КП301, КП304 или использовать один

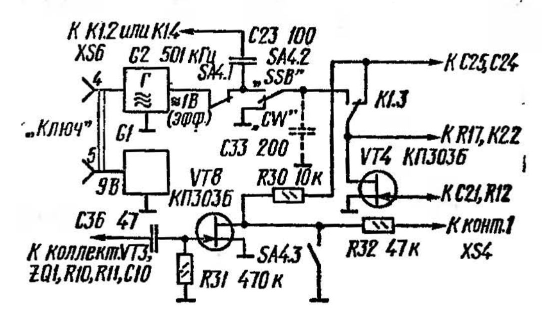


Рис. 8. Принципиальная схема телеграфного узла

из МОП-транзисторов сборок К190КТ1, К190КТ2, К168КТ2. Допустима замена полевого транзистора биполярным структуры p-n-p с возможно большим значением коэффициента передачи тока $h_{21э}$ (рис. 9), например КТ209В, КТ361Г, КТ313, КТ3107.

В перемножительных смесителях можно использовать транзисторы серий КП302, КП303, КП307, КП312, а также МОП-транзисторы КП305Д, оставляя вывод подложки свободным. Транзисторы с меньшими значениями крутизны и начального тока стока (с индексами А, Б) следует устанавливать в качестве VT4, VT8, а более «мощные» экземпляры — в качестве VT2. Вполне допустимо соединить два-три транзистора КП303А, КП303Б параллельно и включить их на место VT2. Чтобы несущая при передаче подавлялась хорошо, нежелательно заменять VT4 на транзисторы серии КП302.

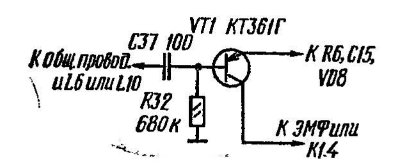


Рис. 9. Вариант замены полевого транзистора биполярным с большим коэффициентом передачи тока

Лучше применить КП307, КП312, КП305Д, имеющие малую (не более 1,5 пФ) емкость затвор-сток.

Чтобы шум универсального усилителя был минимальным, транзистор VT6 должен иметь возможно большее значение $h_{21э}$. Этому условию удовлетворяют, например, транзисторы серий КТ342, КТ3102, КТ301Ж, КТ315Г. Параметры и типы остальных транзисторов не имеют решающего значения.

Резисторы удобно использовать МЛТ. Конденсаторы в гетеродине С8, С9, С11 следует брать КСО группы Г или трубчатые керамические КТ-1, КТ-2 серого цвета с небольшим отрицательным температурным коэффициентом емкости. Рабочие напряжения конденсаторов С3, С4, С5, С17 должны быть не ниже 350 В. Конденсаторы С1, С10 — стандартные двухсекционные блоки КПЕ любого типа с воздушным диэлектриком с максимальной емкостью каждой секции не менее 250 пФ. К остальным конденсаторам особых требований не предъявляется.

Катушку L9 удобно взять от фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) на 465 кГц какого-либо лампового приемника (индуктивностью 0,3...1 мГн). Емкость конденсатора С24 следует взять на 20 % меньше, чем та емкость, совместно с которой катушка используется в ФПЧ на 465 кГц, а емкость С25 — в 25...45 раз больше емкости С24.

Катушки полосовых фильтров и гетеродина трансивера можно намотать на пластмассовых каркасах диаметром 8 и длиной 30 мм. Катушка L5 имеет индуктивность около 50 мкГн и содержит 75 витков, L6 и L10 — по 80 мкГн — 105 витков провода ПЭ 0,28. Катушки связи L4, L7 и L8 содержат соответственно 11, 18 и 6 витков провода 0,1...0,3 мм. Катушку L8 наматывают рядом с L6 со стороны ее «холодного» конца, L4 и L7 — поверх L5 и L6 (или L10) также со стороны заземленных выводов контурных катушек. Соблюдать полярность подключения выводов нужно только для катушек L4 и L5. Для регулировки индуктивиости удобно пользоваться подстроечниками диаметром 2...3 мм и длиной 15... 20 мм из феррита с магнитной проницаемостью 400... 1000.

Катушки антенного контура можно разместить на керамическом, пластмассовом или даже картонном каркасе диаметром 30 и длиной 65 мм. Сначала в средией части каркаса наматывают анодную катушку L3 из 60—70 витков провода ПЭ 0,28 (виток к витку). Снаружи ее обматывают изолирующей пленкой из лавсана, фторопласта или лакоткани, а затем наматывают катушку L1 — 35 витков провода ПЭ 0,7 (ее индуктивность 20... 35 мкГн). Следует предусмотреть возможность подключения отвода к каждому второму или третьему витку. Для этого при намотке используют пластину из гетинакса или картона толщиной 0,5...1, шириной 5...10 и длиной 60 мм. Пластину прикладывают к каркасу вдоль образующей. Витки, от которых нужно делать отвод, укладывают поверх пластины, остальные — под ней. При такой конструкции витки провода над пластиной располагают с шагом 0,7...1,5 мм. Катушка L2 состоит из 1—3 витков любого изолированного провода, размещенного поверх L1.

Электромеханический фильтр ЭМФ-500-3В можно заменить на ЭМФ-500-3Н, выделяющий нижнюю боковую полосу частот 496,7...499,7 кГц. Частоту гетеродина трансивера в этом случае нужно сделать ниже частоты принимаемого сигнала на 500 кГц. Индуктивность катушки L5 гетеродинного контура потребуется увеличить до 100 мкГн, намотав 120 витков провода ПЭ 0,28 в два слоя.

Реле K1 и K2 можно применить с током срабатывания 15...25 мА, соединяя их обмотки последовательно,

либо 10...12 мА, и соединить их параллельно. С успехом можно применить два последовательно соединенных реле РЭС-22 (паспорт РФ4.500.131; сопротивление обмотки 650 Ом). Число реле может быть иным, важно только, чтобы в общей сложности имелось 5—6 групп контактов на переключение. Следует избегать «телефонных» реле (типов РКН, РКМ, РПН и подобных), имеющих длинные контактные пластины со значительной емкостью между разомкнутыми контактами.

Трансформатор Т1 — от лампового приемника или радиолы, например типов ТС-3, ТС-4, ТС-65. Эффективное напряжение на анодной обмотке должно находиться в пределах 180...225 В. При возможности отводы сетевой обмотки (обмоток) следует скоммутировать на напряжение 237 В (при сетевом напряжении 220 В) с тем, чтобы уменьшить гудение, нагрев трансформатора и его поле рассеяния, а также устранить перекал радиоламп. Эта рекомендация заимствована из [7].

Выпрямительные диоды VD3 — VD6, рассчитанные на обратное напряжение не менее 400 В, можно заменить мостом КЦ402, КЦ405, КЦ407.

Монтаж трансивера может быть как печатным, так и навесным. Большая часть деталей размещается на контактах переключателя или реле, на ламповых панельках. Расположение деталей может быть произвольным. Однако, надо следить за тем, чтобы проводники сеточной и анодной цепей ламп VL1 и VL2.2 были по возможности короче и не располагались рядом. Если катушки L1 и L6 расположить подальше друг от друга или по разные стороны металлического шасси, то экранировки L6 не потребуется. Не нужно экранировать и другие катушки, если они удалены друг от друга на расстояние более 5 см.

При печатном монтаже используют плату размерами 100×210 мм. Вид на плату со стороны проводников и расположение деталей показаны на рис. 10. Радиолампы устанавливают в панельки типа ПЛК-7, ПЛК-9. Вне платы монтируют элементы C1, C5, C10, T1, FU1, L1 — L3, VD1, K1, K2, R15, R17, C23, C33. На плате, однако, предусмотрено место для R27, C31, VL4, L10, C32, VD8, VD9, R29, для элементов второго полосового фильтра радиочастоты и антипаразитной RL-цепочки, включаемой при необходимости в анодную цепь лампы VL1, состоящей из резистора МЛТ-0,5 в 100 Ом,

поверх которого намотаны 8—15 витков эмалированного провода. Есть также место для конденсатора емкостью 1000...6800 пФ, шунтирующего выход универсального усилителя по высокой частоте. Те детали, которые не фигурируют на принципиальных схемах, обозначены на рис. 10 пунктиром.

Для уменьшения фона напряжение на подогреватели ламп подают по паре свитых проводов. Цепь накала радиоламп должна соединяться с шасси трансивера только в одной точке.

Соединять общую точку диодов VD4 и VD6 с шасси трансивера следует отдельным проводом. Во время монтажа выводы МОП-транзистора VT1 должны быть закорочены между собой.

Конструкция трансивера может быть произвольной; размеры корпуса определяются, в основном, габаритами используемых деталей. Можно придерживаться эскизной компоновки, данной в масштабе на рис. 11. Как видно из рисунка, крупногабаритные и массивные детали размещают на металлической пластине 6, которую скрепляют уголками с передней 10 и задней 3 стенками аппарата. Пластину 6 устанавливают на высоте 45 мм над нижними кромками передней, задней и боковых стенок 8 и 13 трансивера. В поддоне образовавшегося таким образом шасси закрепляют реле К1 и К2, тумблеры SA1 (12) и SA2 (9), разъемы XS3—XS5 (2), на задней стенке — клеммы подключения антенны и противовеса 4, держатель предохранителя 5.

Выводы трансформатора Т1 и детали антенного контура распаивают на монтажной планке 7. Переднюю, заднюю и боковые стенки скрепляют между собой, чтобы придать дополнительную жесткость всей конструкции.

Печатную плату 1 крепят винтами по периметру к пластине 6 с одной стороны и через уголок — к стенке 13 с другой. Индикаторная лампа VL3 удерживается хомутиком 11 на передней панели 10.

Резисторы R25, R26, конденсатор С30 монтируют на штырьках панельки лампы VL3. Для наблюдения экрана лампы в панели 10 делают окно размерами 20×15 мм для 6Е1П и 35×8 мм для 6Е3П.

В целях упрощения конструкции верньерный механизм отсутствует — ручку настройки непосредственно крепят на оси КПЕ. Шкала наносится на лицевую панель трансивера. Сверху и снизу корпус закрывают

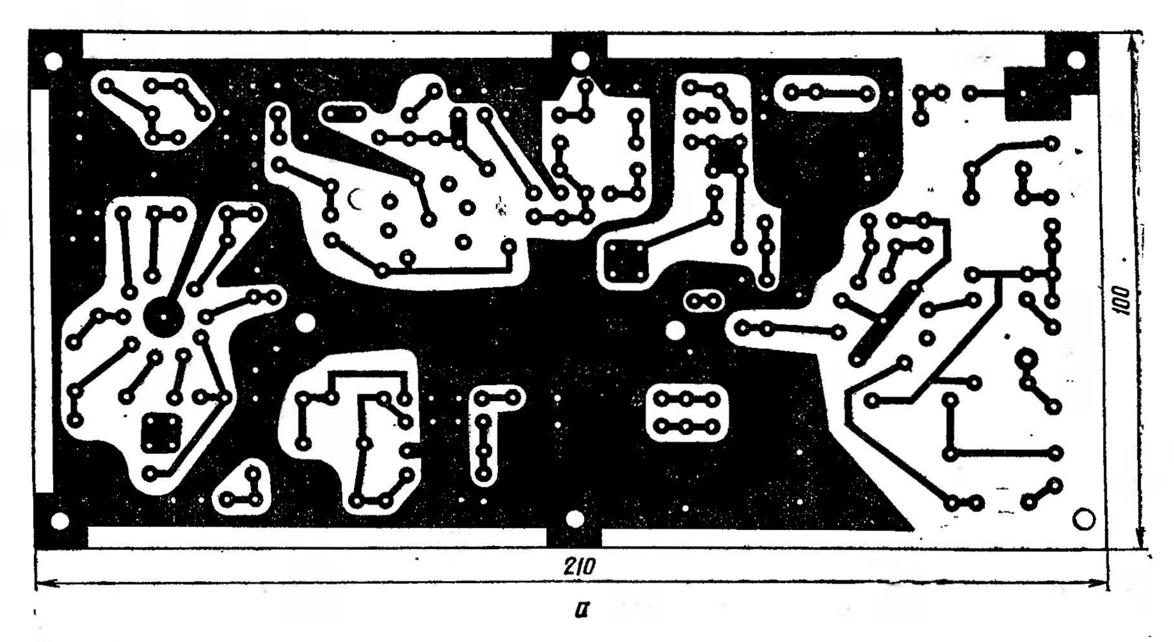


Рис. 10. Печатная плата трансивера:
а — расположение токопроводящих дорожек; б — размещение деталей (диаметр отверстий для крепления стабилитрона VD2 — 4,2 мм, для крепления платы, ламповых панелей и ЭМФ — 3,3 мм, кварцевого резонатора — 1,5 мм, остальных — 1 мм)

К К1.2, К1.3
К К1.3, К2.2
Место для второго полосового фильтра
К С5.2
К L3
К L3
К С5.1
К К1
К обмотке II Т1
К С10   К L7   К К2.2   К К2.1, R15   К К1.2   К Z1 или К1.4   К VT1 или К1.4   К общ. пров. L6 или L10   К К1.1   ~6,3 В   К обмотке III Т1

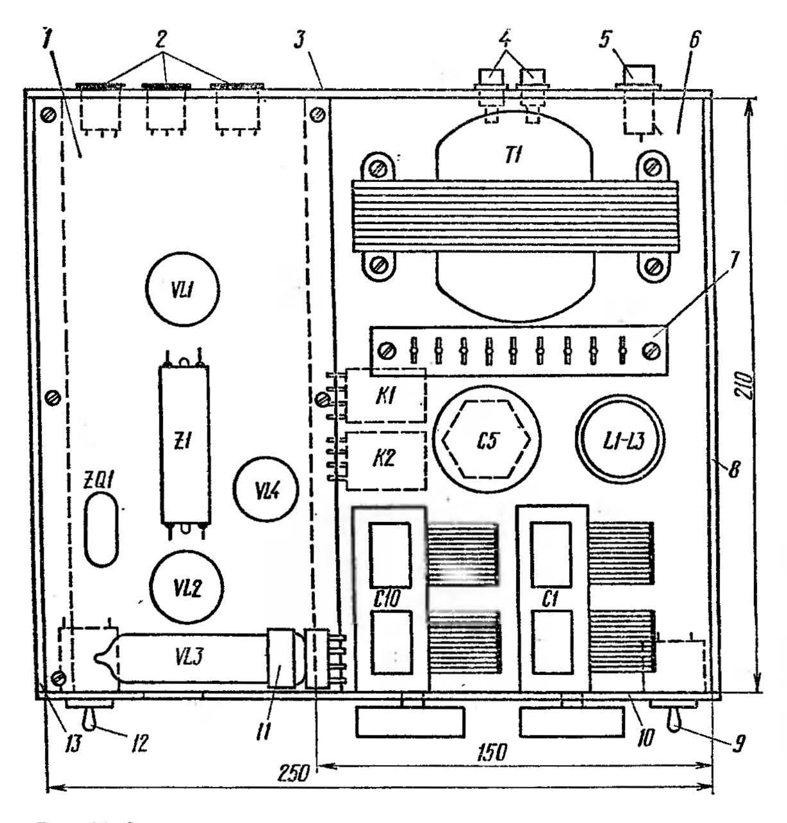


Рис. 11. Эскиз компоновки трансивера.

листами из дюралюминия. Общая высота корпуса аппарата около 145 мм.

Налаживание трансивера несложно. Прежде всего следует убедиться в том, что постоянные напряжения на электродах транзисторов VT1, VT3, VT5 и лампы VL2 в режиме приема соответствуют указанным на принципиальной схеме. При необходимости потребуется подбор резисторов R11 и R19. Работоспособность гетеродина и опорного генератора можно проверить по значению отрицательного напряжения на затворах транзисторов VT2 и VT4. Авометр, установленный в режим измерения малых токов, подключенный через резистор сопротивлением 100 кОм к затворам полевых транзи-

Слишком малое значение тока свидетельствует о недостаточной амплитуде напряжения генератора. Для аналогичной проверки можно использовать индикатор (см. рис. 3). Левый по схеме вывод резистора R24 временно подключают к затворам транзисторов, и теневой сектор индикатора должен заметно сужаться или исчезать полностью.

После проверки гетеродина можно приступить к настройке усилителя ПЧ. Для этого в режиме приема к входу ЭМФ (верхнему выводу конденсатора C16) подсоединяют антенну и подстраивают катушку L9 по максимальной громкости звука в головных телефонах. Если подбирать конденсатор C24, то желательно пропорционально изменять и емкость конденсатора C25.

Далее следует установить частоту гетеродина трансивера. Вначале полезно отключить конденсатор C11 и замкнуть накоротко C9, включив, таким образом, КПЕ полностью в контур гетеродина. Подсоединив антенну к верхнему по схеме выводу катушки L8 и плавно вращая ручку настройки, нужно попытаться принять сигналы каких-либо радиостанций 160-метрового диапазона. По положению пластин КПЕ можно оценить требуемую емкость и, если требуется, изменить значение C11. Конечно, проградуировать шкалу и подобрать величины «растягивающих» конденсаторов C8 и C9 можно, только пользуясь вторым трансивером, генератором сигналов или частотомером. После этого, восстановив все цепи в трансивере, по максимальной громкости приема настраивают контуры L6C7 и L1C1.

Затем аппарат включают на передачу, проверяют режим лампы VL1. Пользуясь авометром с добавочным сопротивлением, как упоминалось выше, или индикатором на лампе VL3, проверяют уровень сигнала на сетке лампы VL1 и антенне трансивера. Далее настраивают антенный контур, подбирая положение отвода катушки L1. На этом настройку, в основном, можно считать законченной.

Трудно предвидеть все возможные неполадки в работе аппарата и дать рекомендации по их устранению. В каждом случае следует руководствоваться приведенным выше описанием работы узлов трансивера. Остановимся на наиболее вероятных неисправностях. К примеру, паразитная высокочастотная генерация в диапазоне 50...300 МГц в каскадах на

проявляется как шум в телефонах, громкость которого меняется при прикосновении к деталям сеточных цепей ламп. Для устранения этого явления в цепь сеток или анодов ламп включают последовательно резисторы сопротивлением 20...100 Ом непосредственно вблизи соответствующих выводов ламповых панелей.

Отсутствие возбуждения гетеродина скорее всего связано с неправильной фазировкой катушек L4 и L5. Кварцевый генератор может не заработать, если используется малоактивный кварц с большой емкостью держателя пластины. Если же применять резонаторы в корпусе Б-2 (из наборов «Кварц»), то генератор будет работать устойчиво.

Самовозбуждение усилителя ПЧ является следствием значительной емкости контактов реле, близким расположением проводов цепи истока VT1 и выхода усилителя ПЧ, а также слишком большой емкости между катушкой L7 и верхним по схеме выводом L10 (см. рис. 6). Если указанные паразитные емкости устранить невозможно, то остается только снизить усиление, взяв конденсатор C25 большей емкости, или зашунтировав катушку L9 резистором, или удалив конденсатор C22.

В заключение отметим главную отличительную черту схемотехники трансивера. Основное усиление по напряжению обеспечивается на звуковой частоте, и уровни сигналов в тракте аппарата в режиме передачи сравнительно велики. Поэтому трансивер малочувствителен к внешним наводкам и весьма устойчив в работе.

Литература

1. **Степанов Б., Шульгин Г.** Трансивер «Радио-76».— Радио, 1976, № 6, с. 17—19, 26; № 7, с. 19—22.

2. **Лаповок Я.** Трансивер на 160 метров.— Радио, 1980, № 4, с. 17—21.

3. **Поляков В.** Трансивер прямого преобразования на 160 м.— Радио, 1982, № 10, с. 49—52; № 11, с. 50—53.

4. **Степанов Б., Шульгин Г.** Трансивер «Радио-76 М2».— Радио, 1983, № 11, с. 20—23; № 12, с. 16—18.

5. **Погосов А.** Модуляторы и детекторы на полевых транзисторах.— Радио, 1981, № 10, с. 19—20.

6. **Бунин С.** Небалансный смеситель частоты.— Радио, 1984, № 1, с. 23.

7. **Поляков В.** Уменьшение поля рассеяния трансформатора.—

БЛОК ОБРАБОТКИ RTTY-СИГНАЛОВ

В. Багдян

Описываемый блок обработки RTTY-сигналов работает совместно с дисплеем, описание которого помещено в журнале «Радио».

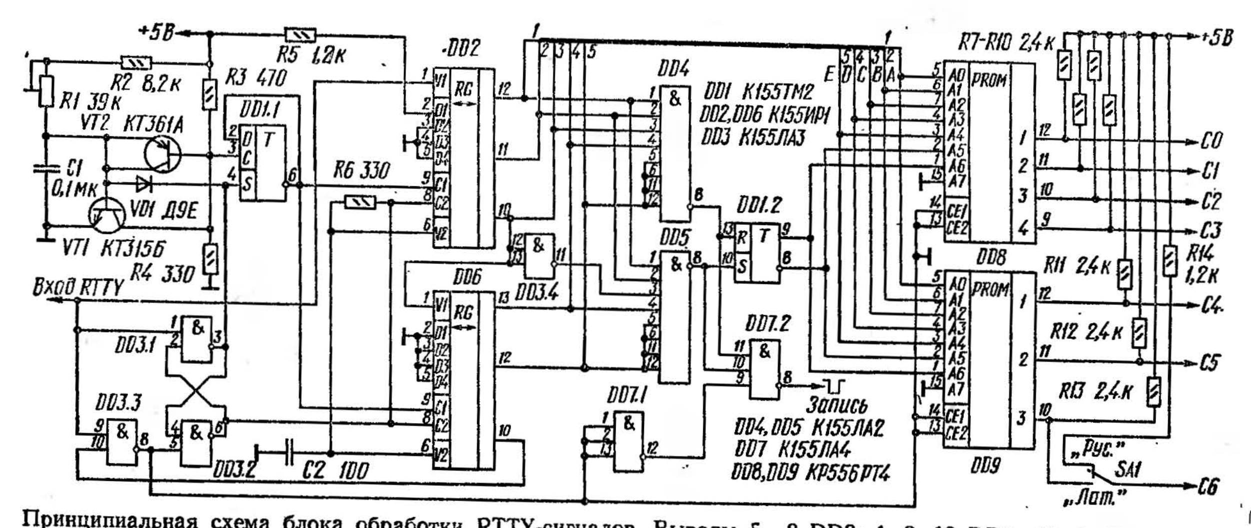
Принципиальная схема блока изображена на рисунке. Рассмотрим его работу.

С выхода низкочастотиого конвертора сформированный RTTY-сигнал прямоугольной формы поступает в цифровой блок обработки. Для неискаженного приема информации необходимо, чтобы приемное устройство работало синхронно с передающим. В данном случае для синхронизации используется «стартовая» посылка. Ее отрицательный перепад, воздействуя иа RS-триггер, выполненный на элементах 2И-НЕ DD3.1 и DD3.2, переводит его в состояиие, при котором на выходе элемента DD3.1 появляется высокий логический уровень, а на выходе DD3.2 — низкий. По отрицательному перепаду на выводе 6 DD3 происходит параллельная запись установочного кода в сдвигающие регистры DD2 и DD6.

С появлением уровня логической 1 на выходе элемента DD3.1 начинает работать тактовый генератор, выполненный на транзисторах VT1, VT2. Импульсы с него поступают на триггер DD1.1, который формирует импульсы с периодом 22 мс. По каждому их отрицательному перепаду производится запись в регистр кодовых посылок, приходящих на вход V1 регистра DD2.

После седьмого такта на выводе 10 микросхемы DD6 — логическая 1, одновременно на соответствующих выходах сдвигающих регистров установится пятиразрядный параллельный код принятой комбинации. Для преобразования этого кода в код дисплея применены ПЗУ, выполненные на микросхемах DD8 и DD9.

С приходом «стоповой» посылки на втором входе элемента DD3.3 — также логическая 1. При этом на его выходе появляется логический 0. RS-триггер на DD3.1, DD3.2 возвращается в исходное состояние, что в свою очередь приводит к срыву работы тактового генератора



Принципиальная схема блока обработки RTTY-сигналов. Выводы 5, 8 DD3; 1, 2, 13 DD7; 13, 14 DD8 и DD9 соединены только между собой.

Таблица программироваиия ППЗУ

Символ	Адресные выводы ППЗУ							Выводы DD8				Выводы DD9		
	5	6	7	4	3	2	1	12	11	10	9	12	11	10
A	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Б	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
C	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
D	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
E	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
F	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
G	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
H	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
I	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
J	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
K	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
L	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
M	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
N	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
O	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
P	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Q	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0
R	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
S	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
T	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
U	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
V	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
W	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
X	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Y	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
Z	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
<	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
≡	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Пробел	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
—	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
?	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
:	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
Э	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Ш	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Щ	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
Ю	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
(	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
)	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
.	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
,	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
9	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1

Символ	Адресные выводы ППЗУ							Выводы DD8				Выводы DD9		
	5	6	7	4	3	2	1	12	11	10	9	12	11	10
'	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
7	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
=	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
2	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
/	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
+	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
≡	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
Пробел	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1

логический 0 через инвертор DD7.1 воздействует на один из входов (вывод 9) элемента DD7.2. При этом на его выходе появляется отрицательный импульс записи, который поступает на дисплей.

Импульс записи не формируется в том случае, если кодовая комбинация соответствовала изменению регистра (латинского или цифрового). Так, при приеме комбинации 11111, которая означает «латинский регистр», на все входы микросхемы DD4 поступает уровень логической 1. А это значит, что на ее выходе будет логический 0, который, воздействуя на RS-триггер DD1.2, вызовет изменение его состояния. Этот же уровень, воздействуя на элемент DD7.2, препятствует формированию импульса записи *.

Микросхема DD5 с инвертором DD3.4 выделяет кодовую комбинацию 11011 — «цифровой регистр», действие которой аналогично действию комбинации 11111.

С целью упрощения блока обработки RTTY-сигналов и учитывая, что любительская связь осуществляется в основном с применением латинских букв и цифр, в дан-

* Целесообразно на входах триггера DD1.2 установить кнопки, при нажатии на каждую из которых соответствующий вход триггера переключался бы на общий провод. Это позволило бы восстанавливать нормальный прием после случайного пропуска кодовой комбинации смены регистров.— *Прим. сост.*

ном устройстве отсутствует автоматический переход на русский регистр. При необходимости это можно сделать вручную, переключателем SA1. Переход с латинского регистра на цифровой происходит автоматически.

Настройка блока сводится к следующему. Вход блока соединяют с общей шиной и переменным резистором R4 устанавливают (с помощью осциллографа, подключенного к выходу триггера DD1.1) период следования импульсов равным 22 мс.

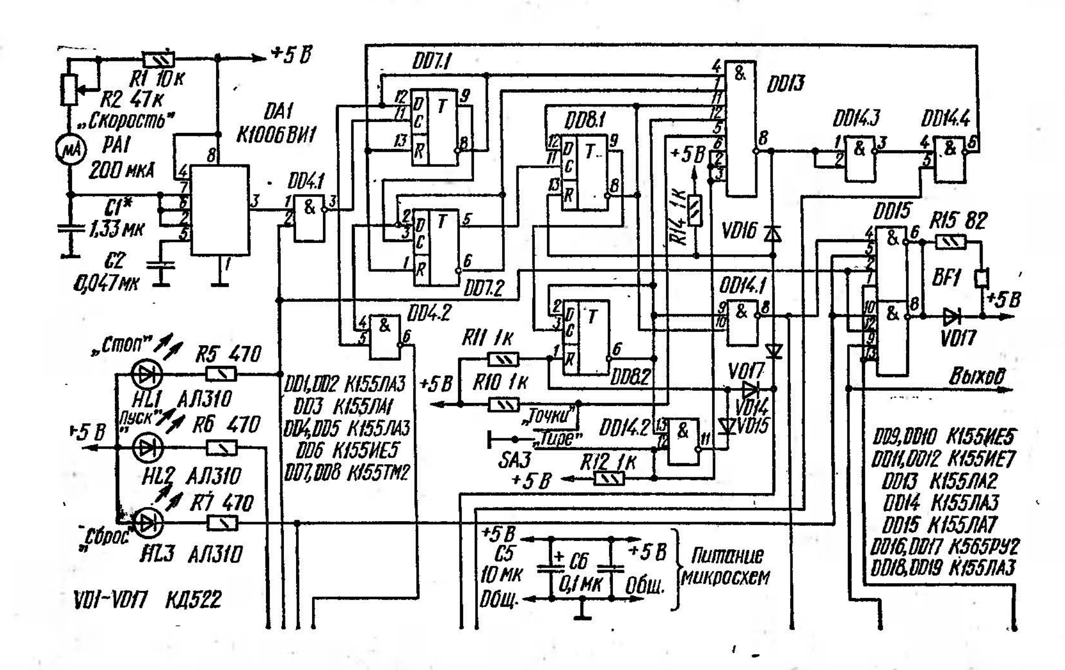
ТЕЛЕГРАФНЫЙ КЛЮЧ С СЕЛЕКТИВНОЙ ПАМЯТЬЮ

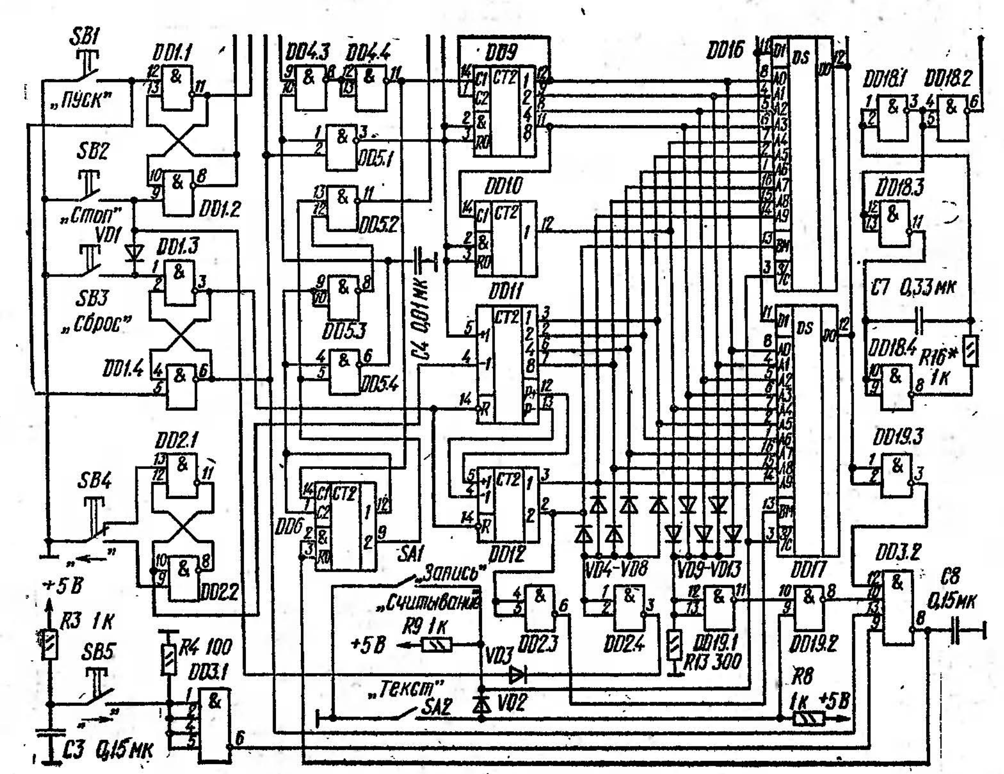
А. Пузаков

Среди коротковолновиков и ультракоротковолновиков широкое распространение получили автоматические телеграфные ключи с памятью. При этом за основу часто берется схема, предложенная в [1]. Многие радиолюбители модернизируют эту конструкцию: совершенствуют узлы управления [2], разделяют общий объем памяти на несколько фрагментов [3], увеличивают объем памяти [4] и т. д.

Однако описанным ранее телеграфным ключам присущ ряд недостатков, затрудняющих пользование ими большому числу радиолюбителей — не очень квалифицированных телеграфистов. Основным из этих недостатков является тот, что во всех описанных ключах память во всех режимах работает непрерывно, записывая или воспроизводя, грубо говоря, все подряд. Это не позволяет при записи делать паузу между знаками и словами больше некоторого значения, так как при этом или искажается звучание текста, или ключ автоматически меняет режим работы. Таким образом, запись текста осложняется. Из-за этого же недостатка записанный текст невозможно корректировать, при малейшей ошибке всю запись приходится начинать сначала. Ниже описан вариант ключа, лишенный указанного недостатка.

Основой ключа является собственно телеграфный автоматический ключ, выполненный почти аналогично описанному в [1]. Он состоит (см. рисунок) из генератора тактовых импульсов на базе релаксационного генератора с использованием таймера К1006ВИ1 DA1, делителей частоты на триггерах DD7 и DD8, манипулятора SB3 и логических элементов микросхем DD13 — DD15, участвующих в формировании «точек» и «тире». Тональный генератор собран на микросхеме DD18.





Принципиальная схема ключа

Память ключа выполнена на микросхемах DD16, DD17 емкостью 1024 бита каждая. В данном ключе использован принцип построчной записи знаков, когда каждому из них отводится в памяти определенный объем (знакоместо). Знаку выделено 32 бита, что позволяет записать в знакоместо любой телеграфный знак. Такое решение снижает коэффициент использования памяти, особенно если знаки короткие, однако позволяет организовать эксплуатационно удобные режимы работы. Так, в описываемом ключе реализован режим селективной записи, то есть такой режим, когда запись происходит только при формировании знака с помощью манипулятора.

При установке режима «Запись» память ключа «ожидает» сформированного знака. При первом нажатии на манипулятор SB3 начинается формирование знака и происходит его запись. После окончания знака в память автоматически записывается пауза длительностью в три «точки», происходит переход в зону памяти следующего знака (в следующее знакоместо) и, если следующего знака нет, процесс записи прекращается до прихода очередного знака — пауза ожидания может быть сколь угодно большой. Чтобы записать паузу между словами, память ключа принудительно переводится в режим записи без нажатия на манипулятор. При этом устройство управления автоматически записывает в текущее знакоместо паузу в три «точки». После этого осуществляется переход в следующее знакоместо, и если очередного знака нет, то процесс записи вновь прекращается.

Описанный режим работы ключа позволяет правильно записывать текст в память с любыми интервалами при передаче, а также легко корректировать и контролировать его. Так, для коррекции ошибки требуется лишь вернуться в предыдущее знакоместо и правильно передать знак.

При желании последний записанный знак можно прослушать, переведя ключ в режим «Воспроизведение» и осуществив переход в предыдущее знакоместо. При «прочтении» знака и последующей паузе считывание прекращается. Для дальнейшей записи ключ переводится в режим «Запись», и все протекает так, как описано выше.

Для реализации описанного алгоритма работы в

ключ введены адресные счетчики DD9, DD10, осуществляющие выбор адреса при записи знака внутри знакоместа, реверсивные счетчики знакомест DD11, DD12, обеспечивающие режим коррекции знаков, а также узел управления, состоящий из триггеров DD1.1, DD1.2 и DD1.3, DD1.4, задающих общие режимы работы. Об установленном режиме (это делают выключателем SB1) индицируют светодиоды HL1—HL3. Триггер DD2.1, DD2.2, управляемый кнопкой SA4, служит для возврата в предыдущее знакоместо памяти. Счетчик DD6 контролирует паузу между знаками текста и переводит счетчики DD11, DD12 в следующее знакоместо.

Ключ при записи работает так. При замыкании контактов выключателя SB1 микросхемы памяти переводятся в режим записи. При нажатии на кнопку SA3 «Сброс» счетчики DD11, DD12 устанавливаются в нулевое состояние, на выходе элемента DD3.2 формируется логическая 1, счетчики DD6, DD9, DD10 переводятся в нулевое состояние. При этом все счетчики удерживаются в этом состоянии уровнем логической 1, присутствующим на их входах R. После нажатия на кнопку SA1 «Пуск» триггеры на элементах DD1.1, DD1.2 и DD1.3, DD1.4 переключаются, разрешается прохождение тактовых импульсов через элемент DD4.1. С появлением логического 0 на выходе элемента DD5.1 разрешается работа счетчиков DD9, DD10. Одновременно на выходе элемента DD14.4 появляется высокий логический уровень, поступающий на входы R триггеров DD7.1 и DD7.2. Тактовые импульсы с выхода элемента DD4.2 через DD4.3 и DD4.4 поступают на вход счетчиков DD6 и DD9. Так как формирования знака не происходит, то уровень логического 0 с выхода DD14.1, проходя через микросхемы памяти, и далее через DD19.3 и DD3.2, разрешает формирование паузы. После ее формирования счетчиком DD6 последний запрещает прохождение импульсов с тактового генератора через элемент DD4.3, а через DD5.1 устанавливает счетчики DD9, DD10 в нулевое состояние и выдает импульс на вход счетчика DD11. На этом предварительные процессы в ключе заканчиваются. Это состояние ключа является устойчивым и сохраняется до прихода первого знака с телеграфного ключа.

Таким образом, в данном ключе в нулевом знакоместе знак не записывается, что облегчает восприятие

текста при его считывании, так как записанная информация появляется с некоторой задержкой после нажатия на кнопку SA1 «Пуск».

При формировании телеграфного знака с помощью манипулятора SB3 появляющийся на выходе элемента DD14.1 уровень логической 1 переводит счетчик DD6 в нулевое состояние. При этом разрешается прохождение импульсов через элемент DD4.3, происходит запись знака в память. После окончания последнего элемента знака счетчик DD6 снова отсчитывает паузу, элемент DD4.3 блокируется, счетчики DD9, DD10 возвращаются в нулевое состояние, а счетчики DD11, DD12 устанавливают адрес следующего знакоместа в памяти. Дальнейшие процессы аналогичны уже описанным.

При необходимости записи в тексте дополнительной паузы введены одновибратор DD3.1 и кнопка SA5, после нажатия на которую счетчик DD6 принудительно переводится в нулевое состояние и происходит запись паузы, после чего осуществляется переход в следующее знакоместо. Однако при считывании текста из памяти при воспроизведении этого места произойдет остановка. Чтобы исключить это, введен выключатель SB2 «Текст», при размыкании которого текст считывается без остановки в паузах. Это происходит из-за того, что при установке в нулевое состояние счетчиков DD9, DD10 через элементы DD19.1, DD 19.2 в аналогичное состояние переводится и счетчик DD6.

Для предотвращения записи текста, превышающего выбранный объем памяти (для данного варианта ключа 60 знаков, дополнительная пауза считается за отдельный знак), введена цепь запрета на элементе DD2.4, прекращающая процесс записи при заполнении всего объема памяти.

Одной из характерных ошибок у малоквалифицированных радиотелеграфистов является формирование укороченной паузы (равной двум «точкам») между знаками, что приводит к неразборчивости текста при передаче коротких знаков, так как они воспринимаются слитно. Для устранения этой ошибки в электронный телеграфный ключ введена защитная цепочка на элементе DD5.2 и диодах VD14, VD17, препятствующая ложной передаче знака. Эта цепочка запрещает формирование следующего элемента знака, если при передаче пауза между элементами знака превысила одну «точку».

Запрет на формирование знака снимается после завершения нормальной (равной трем «точкам») паузы. Конденсаторы С4 и С8 являются защитнымн. Они препятствуют ложному переводу счетчика DD6 в нулевое состояние при установке в нулевое состояиие счетчиков DD9, DD10 и при переходе из одного режима в другой.

Для использования ключа в обычном режиме при повседневной работе выключателем SB1 ключ переводится в режим «Запись», а затем в режим «Воспроизведение». При этом блокировка формирования короткой паузы между знаками сохраняется.

Генератор тактовых импульсов при отсутствии таймера К1006ВИ1 может быть выполнен и по обычной схеме мультивибратора, как, например, это сделано в ключе, описаниом в [1]. Примеиеиие же таймера позволяет ввести стрелочный индикатор скорости передачи, так как ток зарядки времязадающего конденсатора С1 прямо пропорционалеи частоте выходиых импульсов.

В коиструкции применены резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы К53-1 (С5) и КМ-6.

При желании ключ может быть модернизирован. Так, объем памяти ключа может быть увеличен в два или четыре раза введением дополнительных микросхем памяти и дешифратора, например К155ИД4, подключаемого к неиспользуемым в данном ключе выходам счетчика DD12. Элемент DD2.3 следует исключить.

При использоваиии данного ключа при обучении радиотелеграфистов целесообразио формирование увеличенной (по сравнению с обычиым значением) паузы между знаками. Для этого целесообразно ввести дополнительный переключатель, коммутирующий выводы 5 и 13 микросхемы DD5 с выводами 9, 8, 11 счетчика DD6. При этом записываемая пауза между знаками составит соответственно 3, 5 или 9 «точек».

Для облегчения контроля работы ключа (это особенно важно в режиме «Запись») целесообразно ввести светодиод, индицирующий состояние младшего разряда счетчика DD11 (аналогично, например, цепочке R5HL1) и позволяющий контролировать окончание процесса записи паузы и перехода в другое знакоместо. Кроме этого, возможны другие изменения: например, введеиие манипуляционного реле, регулировка тона и т. п.

Использование описаиного ключа в течение двух лет показало его высокие эксплуатационные удобства при

повседневной работе и особенно при обучении и тренировке радиотелеграфистов. При этом ключ позволяет успешно проводить обучение как передаче, так и приему телеграфного текста.

Литература

1. **Кургин Е.** Автоматический ключ с памятью.— Радио, 1981, № 2, с. 17—19.

2. **Заборский И.** Модернизация электронного ключа.— Радио, 1983, № 11, с. 25.

3. **Кеденко В.** Модернизация ключа с памятью.— Радио, 1984, № 5, с. 23.

4. **Краснощеков Ю.** Расширение памяти автоматического ключа.— Радио, 1984, № 6, с. 24.

ЗВУКО-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

А. Исаев, В. Урин

Как известно, симметричные широкополосные оконечные усилители НЧ вносят минимальные искажения при всех уровнях выходной мощности. Один из наиболее совершенных вариантов высококачественного усилителя, обладающего указанными свойствами, был опубликован в [1]. Подробное описание этого усилителя можно найти также в [2]. Усилитель спроектирован на транзисторах дополнительной структуры и является симметричным и двухтактным от входа до выхода. На входе включен двойной дифференциальный каскад, а каждое из плеч выходной ступени представляет собой усилитель, охваченный отрицательной обратной связью (ООС) с коэффициентом передачи по напряжению больше единицы. Преимущества этих схемных решений подробно описаны как в указанных работах, так и на страницах журнала «Радио» [3, 4].

При испытаниях нескольких экземпляров усилителя, собранных по аналогичной схеме на отечественной элементной базе, выявился один недостаток — существенное уменьшение коэффициента использования напряжения питания (КИНП) при работе на низкоомную нагрузку *. А это влечет за собой необходимость увеличивать напряжение питания для получения заданной мощности, что приводит к снижению экономичности, ухудшению теплового режима выходных транзисторов и увеличению габаритов усилителя.

* По мнению авторов статьи, КИНП для высококачественных усилителей равен отношению $(U_{н.п} - U_{гр}) / U_{н.п}$, где $U_{н.п}$ — напряжение одного источника при двухполярном питании или половина напряжения однополярного источника, а $U_{гр}$ — граничное напряжение между коллектором и эмиттером выходного транзистора, при котором нелинейные искажения превышают установленный уровень.

За счет видоизменения выходного каскада и включения мощных транзисторов по схеме с общим коллектором авторам удалось увеличить КИНП примерно на 50 % и, попутно, на 35 % снизить выходное сопротивление усилителя при сохранении остальных характеристик.

Описываемый ниже усилитель пригоден для усиления мощных звуковых сигналов в составе звуковоспроизводящих установок высокого класса, а также для использования в качестве мощного широкополосного операционного усилителя.

Основные технические характеристики усилителя

Номинальная (синусоидальная) выходная мощность, Вт, при сопротивлении нагрузки, Ом:	
8	48
4	60
Диапазон воспроизводимых частот при неравномерности АЧХ не более 0,5 дБ и выходной мощности 2 Вт, Гц	10...200 000
Уровень нелинейных искажений при номинальной выходной мощности в диапазоне 20...20 000 Гц, %	0,05
Номинальное входное напряжение (действующее значение), В	0,8
Входное сопротивление, кОм	47
Выходное сопротивление, Ом	0,02

Параметры измерены при питании усилителя от стабилизированного источника ±31,5 В. При использовании нестабилизированного источника для сохранения характеристик напряжение питания следует увеличить на 1...3 В в зависимости от емкости конденсаторов фильтра. Необходимо отметить, что для уровня нелинейных искажений указано верхнее граничное значение, обусловленное возможностями имевшейся у авторов измерительной аппаратуры.

Измерялось также время установления переходной характеристики при подаче на вход перепада напряжения с длительностью фронта 0,1 мкс. Для выходной амплитуды 10 В оно оказалось равным примерно 1 мкс, причем выбросы на плоской части составляли не более 15 %. На рис. 1 представлены зависимости максимальной выходной мощности, соответствующей коэффициенту гармоник 0,2 %, от сопротивления нагрузки $R_н$ при стабилизированном питании ±31,5 В (кривая 1), а также от напряжения питания при $R_н$ 7,7 Ом (кривая 2).

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 2. Входной каскад представляет собой два диффе-

ренциальиых усилителя (включенных параллельно), выполненных на транзисторах VT1, VT3 и VT2, VT4 дополнительной структуры. Генераторы тока на транзисторах VT5, VT6 обеспечивают стабнльность значений (около 1 мА) суммарных эмиттерных токов дифференциальных пар, а также развязку по цепям питания. Сигнал на выходной усилитель подается с управляемых генераторов

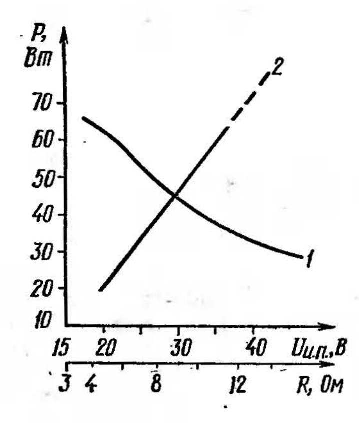


Рис. 1. Зависнмость максимальной выходной мощности, соответствующей коэффициенту гармоник 0,2 %, от сопротнвления нагрузки (кривая 1) н от напряжения питания при сопротивлении нагрузкн 7,7 Ом (кривая 2)

тока (VT7, VT8), которые работают противофазно. Такое включение увеличило ток «раскачки» в два раза, снизило нелинейиые искажения и улучшило частотные свойства усилителя в целом. Каждое из плеч симметричного выходного усилителя выполнено по схеме Дарлингтона. Оно представляет собой трехкаскадный усилитель (в двух каскадах транзисторы включены по схеме с общим эмиттером и в одном — с общим коллектором). Усилитель охвачен частотно-зависимой ООС, определяющей его коэффициент передачи по напряжению, который в звуковом диапазоне близок к трем. Так как сигнал обратной связи, снимаемый с резистора R39 (R40), пропорционален изменениям тока выходного транзистора, то дополнительно осуществляется довольно жесткая стабилизация рабочей точки этого транзистора. Напряжение смещения выходиой ступени определяется сопротивлением перехода коллектор — эмиттер транзистора VT9 и регулируется резистором R24. Напряжение смещения термостабилизировано диодом VD4, который закреплен на теплоотводе одного из мощных транзисторов.

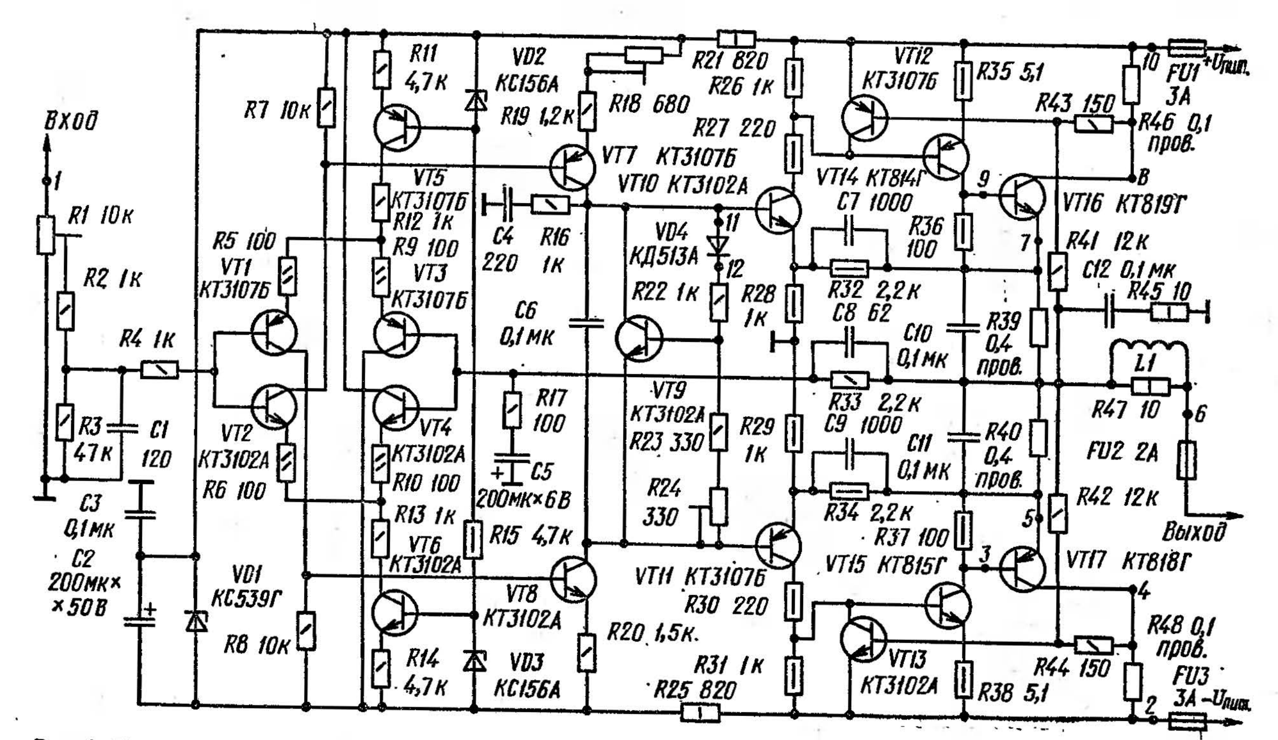


Рис. 2. **Принципиальная схема усилителя**

Общая ООС по постоянному току через резистор R33 стабилизирует режим всех каскадов и приближает выходной потенциал к входному, который равен нулю. Цепочка R17C5 уменьшает глубину ООС по переменному току, преобразуя усилитель в активный фильтр с коэффициентом передачи около 27 дБ.

Элементы коррекции R16, C4, C6 — C11 обеспечивают устойчивость усилителя и выравнивают его АЧХ. Пассивный фильтр низких частот R2C1 предотвращает попадание на вход радиочастотных сигналов. Цепочка C12R45L1R47 компенсирует реактивную составляющую сопротивления нагрузки. На транзисторах VT12 и VT13 собран узел защиты выходных транзисторов от перегрузок по току и напряжению. Резистор R1 позволяет при необходимости ограничить выходную мощность в соответствии с уровнем сигнала от предварительного усилителя и возможностями применяемого громкоговорителя.

Усилитель смонтирован на печатной плате (рис. 3) размерами 142×72 мм, изготовленной из двухсторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Со стороны деталей (рис. 4) фольга оставлена в виде сплошного «земляного» поля. Вокруг отверстий для выводов деталей в радиусе 1,5...2,5 мм фольга удалена.

Вне платы размещены предохранители FU1 — FU3, транзисторы VT16, VT17, которые закреплены на теплоотводах площадью не менее 1000 см², и диод VD4. Кроме того, резистор R1 можно закрепить на передней панели, с тем чтобы была возможность оперативной регулировки максимальной выходной мощности.

Помимо указанных на схеме в усилителе можно использовать и другие маломощные высокочастотные кремниевые транзисторы, например КТ342А, КТ342Б и КТ313Б, КТ315 и КТ361 (с индексами от В до Е). Транзисторы VT14 и VT15 (возможная замена — КТ816В, КТ816Г и КТ817В, КТ817Г или КТ626В и КТ904А) снабжены ребристыми теплоотводами размерами 23×25×12 мм. В качестве выходных можно применить транзисторы КТ818ГМ и КТ819ГМ, которые позволяют при повышении напряжения питания (см. рис. 1) получать мощности свыше 70 Вт.

Стабилитрон VD1 может быть также Д816Г или 2С536А, VD2, VD3 — КС147А (при соответствующей коррекции сопротивлений резисторов R11 и R14).

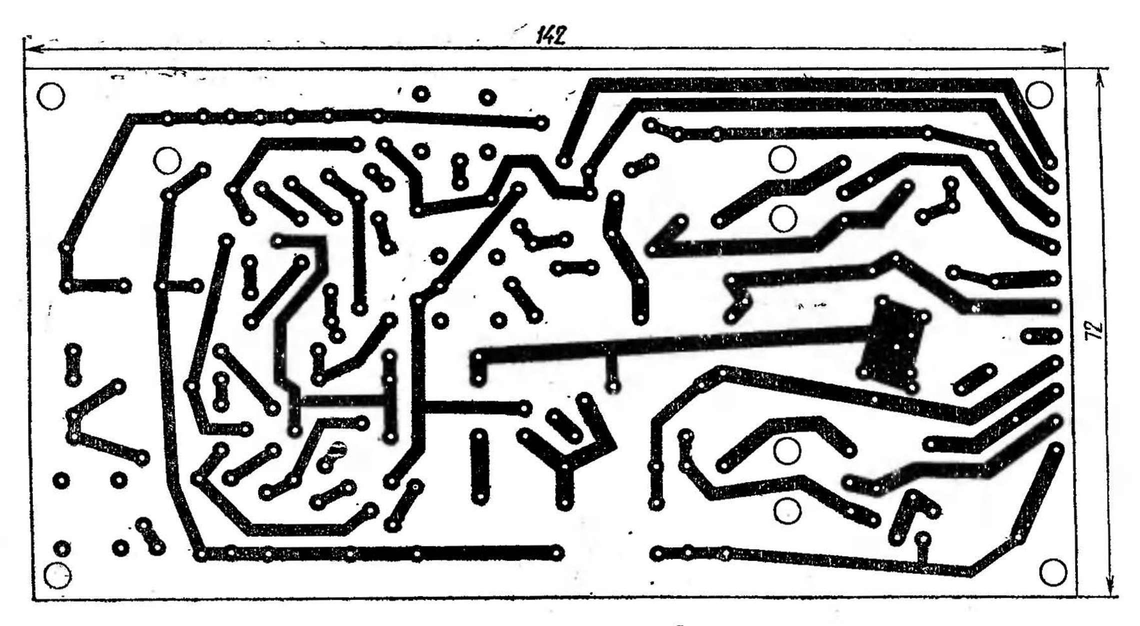


Рис. 3. Расположение токопроводящих дорожек на печатной плате

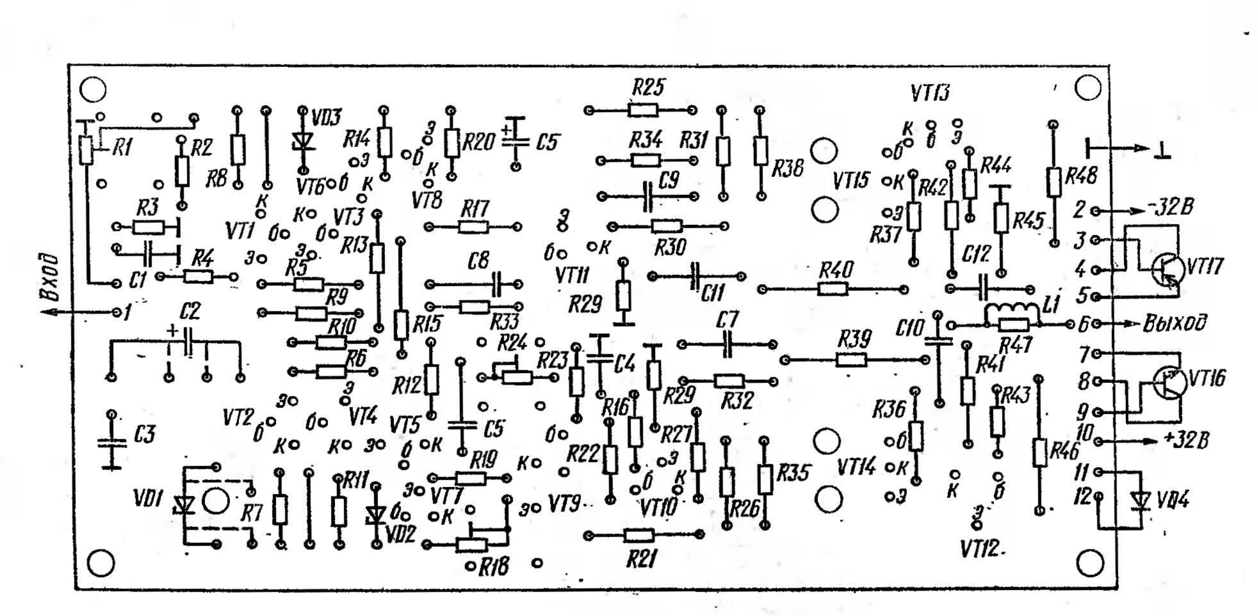


Рис. 4. Расположение деталей усилителя на печатной плате

В качестве подстроечных использованы резисторы типа СП5-3. Резисторы R39, R40, R46, R47 изготовлены из высокоомного провода диаметром 0,8 мм, резисторы R35, R38, R45, R47 — МОН, остальные — МЛТ. Дроссель L1 намотан на резисторе R47 проводом ПЭВ-2 0,8 в один ряд до заполнения корпуса резистора. Конденсатор С2 — ЭТО или К50-6, С5 — К50-6, остальные — КМ.

Налаживание усилителя сводится к следующему. Сначала, не подключая мощных транзисторов, к выходу усилителя подсоединяют эквивалент нагрузки и, плавно увеличивая напряжение питания, по отсутствию бросков потребляемого тока или значительному падению напряжения на нагрузке убеждаются в правильности монтажа. После этого подключают выходные транзисторы и резистором R18 устанавливают на выходе напряжение, близкое к нулю (не более 10 мВ), а резистором R24 — ток покоя на уровне 15...25 мА.

В заключение отметим, что применение в данном усилителе сравнительно большого числа транзисторов компенсируется его технологичностью. Использованные схемные решения, наличие местных ООС обеспечивают получение высоких характеристик и их хорошую воспроизводимость без тщательной наладки. При этом практически не требуется предварительного отбора транзисторов. Благодаря оптимальному использованию напряжения питания и малому току покоя усилитель экономичен. А возможность получения широкого диапазона максимальных выходных мощностей на нагрузках от 4 до 15 Ом за счет изменения напряжения питания (при этом дополнительно может понадобиться подбор резисторов R21 и R25 с тем, чтобы токи через них были в пределах 10...20 мА) обеспечивает универсальность применения данного усилителя.

Литература

1. **Meyer D.** 60-Watt 4-Channel Amplifier — Radio-Electronics, March 1973, p. 39—42.

2. **Левинзон Г. Л., Логинов А. В.** Высококачественный усилитель низкой частоты.— М.: Энергия, 1977, с. 46—49.

3. **Поленов А.** Усилитель с двойным дифференциальным входом.— Радио, 1980, № 1, с. 44.

4. **Надолинский О.** Выходной каскад усилителя НЧ.— Радио, 1978, № 3, с. 40—41.

ИЗМЕРЕНИЯ

ЧАСТОТОМЕР

М. Овечкин

Прибор предназначен для измерения электрических колебаний частотой до 2 МГц. Принцип действия частотомера основан на измерении числа импульсов, поступающих на вход счетчика в течение строго фиксированного интервала времени (в данном случае 1, 0,1 с, 10 и 1 мс). Чувствительность при измерении частот до 500 кГц — 20 мВ, на остальных частотах — не более 50 мВ. Входное сопротивление — приблизительно 1 МОм. Прибор имеет четыре знаковых разряда, минимальная цена младшего разряда — 1 Гц. Измеряемый сигнал может быть ослаблен входным делителем напряжения в 10 раз. Электрическая часть прибора питается от блока питания напряжением +11 В и потребляет ток 18 мА.

Частотомер собран на микросхемах серий К561 и К176. Он состоит из следующих основных узлов:

входного формирующего устройства, предназначенного для усиления и преобразования входного сигнала в импульсную последовательность с уровнями напряжения, соответствующими логическим уровням МОП-микросхем;

делителя частоты с опорным кварцевым генератором, обеспечивающего фиксированные интервалы времени счета;

счетчика импульсов с устройством отсчета, предназначенного для измерений частоты и отображения ее значения на индикаторных лампах;

узла управления циклом измерений и индикации;

блока питания.

Принципиальная схема входного устройства приведена на рис. 1. Измеряемый сигнал через гнездо XS1 и конденсатор C1 подается на делитель напряжения R1C2R2C3, а с него, в зависимости от положения тумблера SA1, — на затвор транзистора VT1, либо без ослабления (SA1 в положении «1 : 1»), либо ослабленным в 10 раз. Цепочка, состоящая из резистора R3 и диодов VD1 — VD6, защищает транзистор VT1 от перегрузок по входу прибора. Транзистор VT1 включен по схеме истокового повторителя и нагружен на дифференциальный усилитель, выполненный на микросхеме DA1 и транзисторе VT2. Коэффициент усиления этого усилителя около 10. Исходный режим работы дифференциального каскада задается резисторами R7, R8. Резистором R4, стоящим в истоковой цепи транзистора VT1,

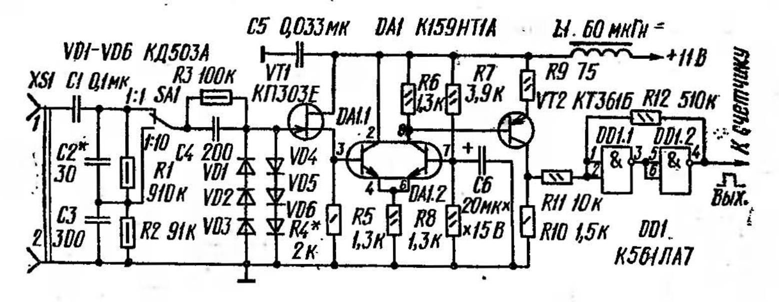


Рис. 1. Принципиальная схема входного устройства

можно отрегулировать входное устройство на максимальную чувствительность по напряжению. С коллектора транзистора VT2 усиленный сигнал поступает на пороговое устройство, выполненное на элементах DD1.1, DD1.2, формирующее импульсы с крутыми фронтами и МОП-уровнями. С выхода элемента DD1.2 импульсы подаются в счетчик импульсов для дальнейшей обработки.

Принципиальная схема делителя частоты приведена на рис. 2. Генератор опорной частоты 100 кГц выполнен на элементах DD1.1, DD1.2. Резистор R1 выводит элемент DD1.1 в активный режим работы. Резонатор ZQ1 включен в цепь положительной обратной связи с выхода DD1.2 на вход DD1.1. Импульсы частотой следования 100 кГц подаются одновременно в устройство управления (см. ниже) и на делитель частоты (с коэффициентом деления 10^5), выполненный на микросхемах DD2 — DD4, DD6, DD7 и элементах DD1.3, DD1.4, DD5.1, DD5.2. Микросхемы DD2, DD3 — сдвоенные 4-разрядные двоичные счетчики с коэффициентом деления 16. Чтобы получить коэффициент деления 10, введена обратная связь через элементы 2И-НЕ. Например, в делителе частоты 100 кГц/10 кГц она организована через элементы DD1.3, DD1.4. В момент достижения счетчиком состояния 1010 на выходе элемента DD1.4 появляется короткий положительный импульс, принудительно устанавливающий счетчик в состояние 0000. Остальные делители частоты на микросхемах DD2, DD3 построены аналогично. Делитель частоты 10 Гц/1 Гц выполнен на D-триггерах DD6, DD7. Импульсы длительностью 1, 10 мс, 0,1 или 1 с (в зависимости от положения переключателя SA1 «Т, сек») подают в устройство управления. Кроме

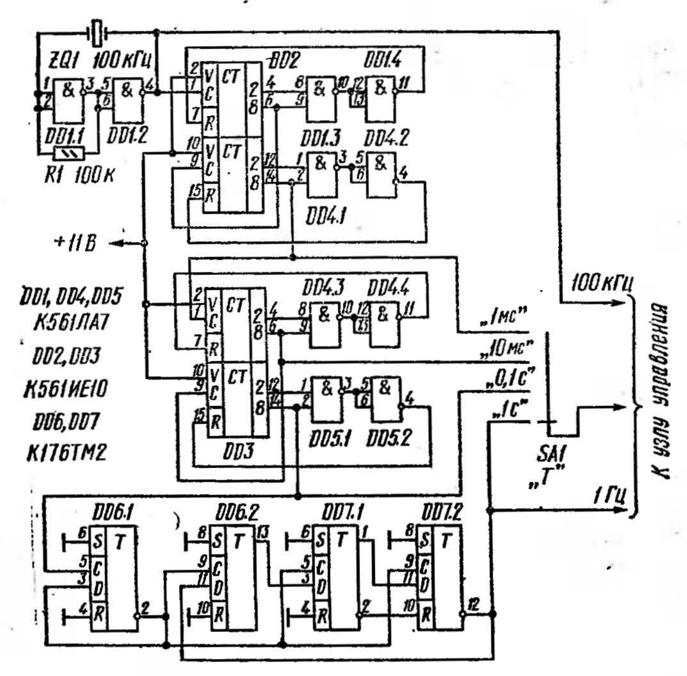


Рис. 2. Принципиальная схема делителя частоты

того, импульсы частотой повторения 1 Гц с выхода триггера DD7.2 проходят в устройство управления напрямую.

Принципиальная схема счетчика импульсов с устройством отсчета приведена на рис. 3. Входной селектор выполнен на элементах DD1.1, DD1.2. На вывод 1 элемента DD1.1 подаются импульсы измеряемой частоты, на второй вход этого элемента с устройства управления поступает стробирующий импульс длительностью, равной выбранному интервалу времени измерения. При его наличии импульсы с выходного устройства подсчитываются счетчиком, выполненным на микросхемах DD2 — DD5. Эти микросхемы — десятичные счетчики с внутренним дешифратором, работающим в семиэлементном коде. Напряжение питания микросхем около +11 В выбрано с целью подключения шкалы на люминесцентных индикаторах HG1 — HG4 непосредственно к дешифраторам (без использования промежуточных транзисторных ключей). Запятая определяется выбранным интервалом времени измерения. Периодически импульсом

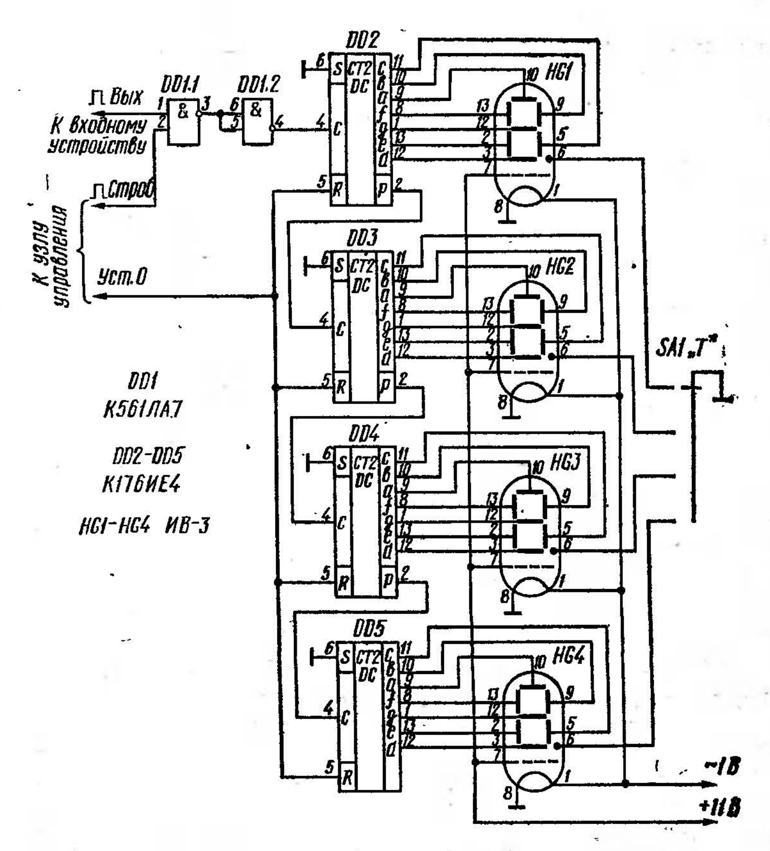


Рис. 3. **Принципиальная схема счетчика**

положительной полярности с устройства управления, поданным на входы R микросхем DD2—DD5, счетчик устанавливается в нулевое состояние.

Принципиальная схема устройства управления приведена на рис. 4. Оно состоит из четырех D-триггеров (микросхемы DD2, DD1) и дифференцирующей цепочки R1C1. Работу устройства удобно рассмотреть с момента появления импульса «Установка 0». Этот импульс устанавливает счетчик (см. рис. 3) в исходное (нулевое) состояние. Одновременно он поступает на вход S триггера DD2.1 и устанавливает его в единичное состояние. Высокий логический уровень с прямого выхода триггера DD2.1 запрещает работу триггера DD2.2 в счетном

режиме, а низкий уровень напряжения с инверсного выхода DD2.1 открывает триггер DD1.2, который по фронту первого же импульса с выхода триггера DD1.1 вырабатывает измерительный стробирующий импульс, открывающий входной селектор в счетчике (см. рис. 3). Идет цикл измерения. По фронту следующего импульса с триггера DD1.1 триггер DD1.2 возвращается в исходное состояние, на прямом выходе DD1.2 устанавливается низкий логический уровень, закрывающий селектор, а фронтом импульса с инверсного выхода DD1.2 триггер DD2.1 переводится в нулевое состояние, и разрешает работу триггера DD2.2. На вход С триггера DD2.2 поданы импульсы частотой повторения 1 Гц, и он последовательно устанавливается сначала в нулевое состояние (по инверсному выходу), а затем в единичное. Во время счета триггером DD2.2 триггер DD1.2 заблокирован логической 1 с инверсного выхода триггера DD2.1. Идет цикл индикации, продолжающийся 1 с при выборе интервала измерения, равным 1 с и примерно 2 с при остальных интервалах измерения. Как только на инверсном выходе триггера DD2.2 будет логическая 1, положительный перепад напряжения пройдет через дифференцирующую цепь R1C1, вновь переведет счетчик в нулевое состояние и разрешит формирование измерительного строба. Цикл измерения повторится. Триггер DD1.1 устраняет влияние флуктуаций фронта низкочастотных импульсов, соответствующих интервалу измерения. Для этого импульсы, поданные на вход D триггера DD1.1, проходят на выход триггера только по фронту синхронизирующих импульсов частотой следования 100 кГц, поданных на вход С. Временная диаграмма, поясняющая работу устройства управления, приведена на рис. 5.

Принципиальная схема блока питания показана на рис. 6. Стабилизатор напряжения +11 В выполнен на транзисторах VT1, VT2 по традиционной схеме. Опорное напряжение на базе транзистора VT1 создается стабилитроном VD5. Для устранения возможных импульсных помех со стороны сети на входе стабилизатора напряжения установлена цепочка L1C3.

Корпус прибора (рис. 7) размерами 155×130×60 мм — алюминиевый. Детали частотомера установлены на плате размерами 90×80, блока питания — 55×40 мм. Весь монтаж выполнен с помощью коротких отрезков провода МГТФ 0,07. Передняя и задняя панели

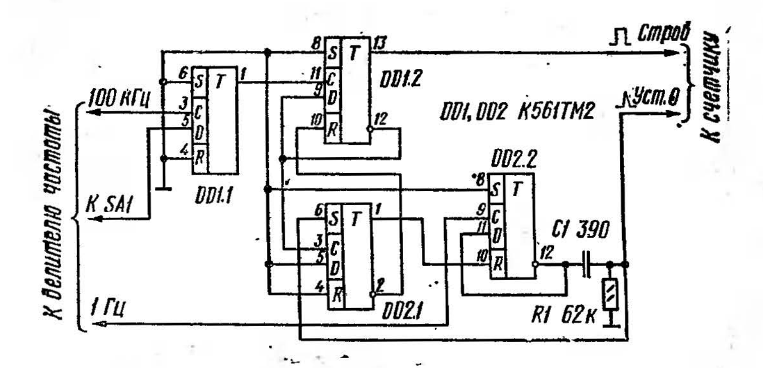


Рис. 4. Принципиальная схема узла управления

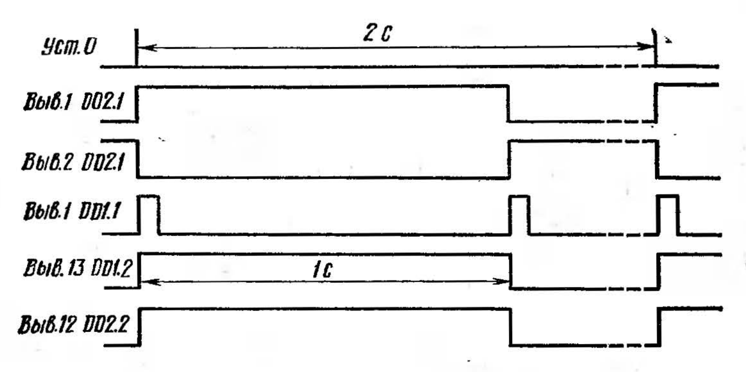


***Рис. 5.* Эпюры напряжения в узле управления**

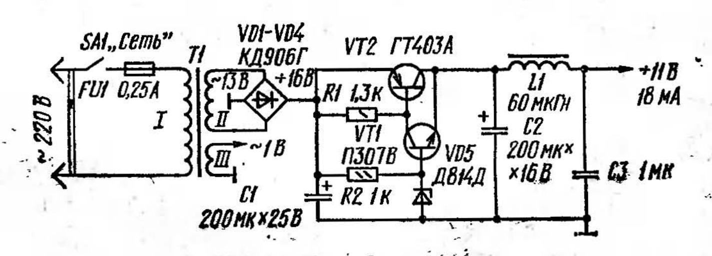


***Рис. 6.* Принципиальная схема блока питания**

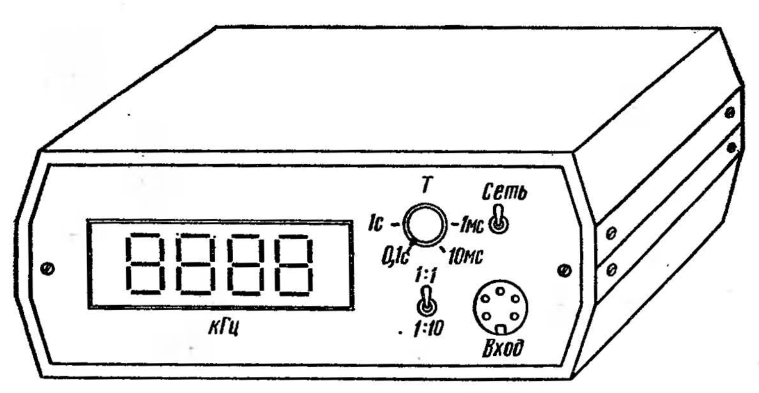


Рис. 7. Эскиз внешнего вида частотомера

прибора оксидированы, а верхняя и нижняя крышки оклеены пленкой с имитацией ценных пород дерева.

В приборе применены следующие детали. Переключатель SA1 — ПГ2-14 4П6Н, тумблеры — П1Т3-1Т, держатель предохранителя — ДПМ, гнездо — СГ-5. Резисторы в основном МТ-0,25, конденсаторы — К10-23, КМ-6, К50-6, КТ. Дроссели — Д-0,1. Транзисторы ГТ403А можно заменить любыми транзисторами из серий П213 — П215; П307В — на КТ315 с любым буквенным индексом. Вместо диодной сборки КД906Г можно взять четыре отдельных диода любого типа с максимальным прямым током не менее 50 мА. Микросхемы К561ЛА7 заменяются на К176ЛА7, К561ТМ2 — на К176ТМ2. Вместо индикаторных ламп ИВ-3 можно использовать ИВ-3А. Трансформатор Т1 — любой маломощный трансформатор с подходящими обмотками.

Как правило, цифровая часть прибора в регулировке не нуждается. Налаживание входного устройства ведется в следующей последовательности. К входному гнезду XS1 подключают генератор сигналов, а к выходу элемента DD1.2 — осциллограф. На частоте 2 МГц подбором резистора R4 добиваются максимальной чувствительности при хорошем качестве выходных импульсов. Желательно одновременно контролировать показания прибора промышленным частотомером и сравнивать их показания. Следует отметить, что измерение частоты выше 2 МГц производить с помощью отдельной приставки — делителя частоты, выполненного, например, на

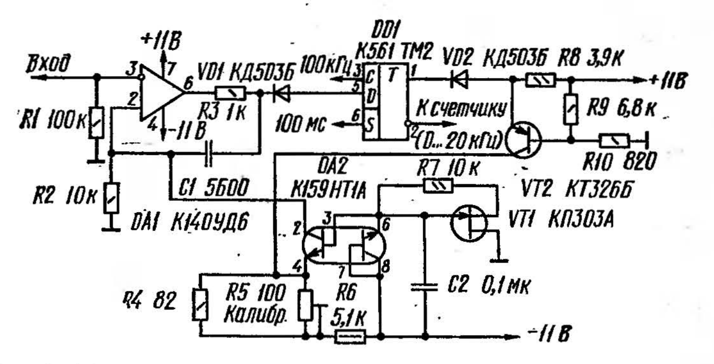


Рис. 8. Принципиальная схема преобразователя постоянное напряжение — частота

микросхемах серии К500 (К100). Для измерения частот с верхним пределом 150...180 МГц достаточно иметь две декады, выполненные по схеме, приведенной в [1, 2].

Частотомер можно использовать и как отсчетное устройство цифрового вольтметра. Для этого вход прибора соединяют с преобразователем постоянное напряжение — частота (рис. 8) и переводят переключатель интервалов времени в положение «0,1 с». При этом предел измерения частоты 20 кГц будет соответствовать верхнему пределу шкалы вольтметра 2 В.

Нелинейность преобразователя — менее 0,025 % при коэффициенте перекрытия более 10 000. Крутизна преобразования — 10 Гц/мВ. Входное сопротивление — 100 кОм. Преобразователь допускает подачу на его вход напряжения до —10 В при выходной частоте более 45 кГц.

На левом по схеме транзисторе сборки DA2 выполнен импульсный генератор стабильного тока. Напряжение на базе этого транзистора стабилизировано. Роль образцового элемента, питаемого от генератора стабильного тока на транзисторе VT1, играет эмиттерный переход правого по схеме транзистора сборки DA2. Напряжение стабилизации 6,5 В (относительно дополнительного источника —11 В, выполненного по аналогии с приведенным на рис. 6) определено напряжением лавинного пробоя эмиттерного перехода. Операционный усилитель DA1 выполняет функцию интегратора. Интегрирующий конденсатор — C1. Резистор R3 ограничива-

ет выходной ток операционного усилителя (ОУ) на уровне 5 мА (при $R=0$, $I=I_{кз}=25$ мА). На погрешность преобразователя он не влияет. Диод VD1 защищает входную цепь триггера DD1 от перенапряжения со стороны выхода ОУ при отсутствии импульса измерения на его входе S. Ключ на транзисторе VT2 управляет работой импульсного генератора стабильного тока (ГСТ). Резистором R5 калибруют прибор.

Для понимания работы преобразователя удобно рассматривать момент, когда на прямом выходе триггера DD1 — логический 0. Напряжение на эмиттере транзистора VT2 ниже, чем на базе, и транзистор закрыт. Через ГСТ течет ток $I_{ст}$ (идет заряд конденсатора C1). Когда на прямом выходе триггера появляется логическая 1, транзистор открывается и $I_{ст}$ становится равным нулю.

Как только выходное напряжение усилителя DA1 станет немного ниже порогового уровня выхода D триггера, следующий импульс вызовет переключение триггера. Это приводит к большому приращению заряда конденсатора C1 и, следовательно, повышению выходного напряжения операционного усилителя DA1. Следующий опорный импульс вызовет новое переключение триггера. Конденсатор C1 начнет разряжаться. Если исключить случай $U_{вх}=U_{вх.\,max}$, то к приходу следующего импульса выходное напряжение ОУ все еще будет высоким, и триггер своего состояния не изменяет. При этом возможен дальнейший разряд интегрирующего конденсатора. Процесс повторяется до тех пор, пока напряжение на выходе операционного усилителя не станет ниже уровня срабатывания триггера по входу D. На этом цикл заканчивается и начинается новый.

Для измерения выходной частоты преобразователя на вход S триггера DD1 подают измерительный импульс длительностью 100 мс и полученную пачку импульсов подсчитывают частотомером.

С частотомера на преобразователь необходимо подать импульсы с частотой следования 100 кГц и импульсы интервала измерения 0,1 Гц, а с преобразователя импульсы с инверсного выхода триггера DD1.1 (вывод 8) — на частотомер. Все это можно делать с помощью одного кабеля, подключенного к гнезду XS1.

Литература

1. Бирюков С. Цифровой частотомер.— Радио, 1981, № 10, с. 44—47.

2. Бирюков С. Предварительный делитель.— Радио, 1980, № 10, с. 61.

БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАКОВ НА ЭКРАНЕ ОСЦИЛЛОГРАФА

А. Пузаков

Дисплей, как устройство отображения информации, имеет множество преимуществ по сравнению с традиционными устройствами индикации. Это, прежде всего, широкие функциональные возможности, удобочитаемость, легкость управления размером изображения, его яркостью и т. д. Этим и объясняется интерес радиолюбителей к дисплею как к универсальному информационному устройству, которое можно применить в самых различных любительских разработках.

В некоторых устройствах формирования цифр для дисплея (например, см. «Радио», 1977, № 5, 6, 7) используется метод последовательного вычерчивания, иначе так называемый полиграммный метод, когда луч перемещается по универсальной траектории (полиграмме) в виде семисегментной матрицы, а знак формируется при «подсветке» необходимых участков полиграммы. Данный метод достаточно прост, но обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, набор символов, которые могут быть сформированы этим методом, весьма невелик, во-вторых, затруднено объединение устройства формирования с другими устройствами, требующими линейного перемещения луча по горизонтали, например панорамным индикатором, так как в этом случае необходимы коммутаторы и для входа «X» и для входа «Y».

Гораздо более эффективен растровый метод формирования, при котором луч перемещается по траектории, обеспечивающей образование малоформатного растра (то есть растра, ширина и высота которого чуть больше размеров изображаемого символа), а символ образуется путем подсветки точками частей этого растра. Размер и конфигурация растра одинаковы для всего алфавита. Формирование символов происходит путем перемещения (сканирования) луча по микрорастру и подсветкой луча в необходимых точках. Информацию о форме символов хранят в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). В него записывают сведения о необходимости подсветки луча в зависимости от его положения на микрорастре.

На рис. 1 показана схема формирования символов при растровом методе. Участок растра, необходимый для воспроизведения непосредственно символов, назы-

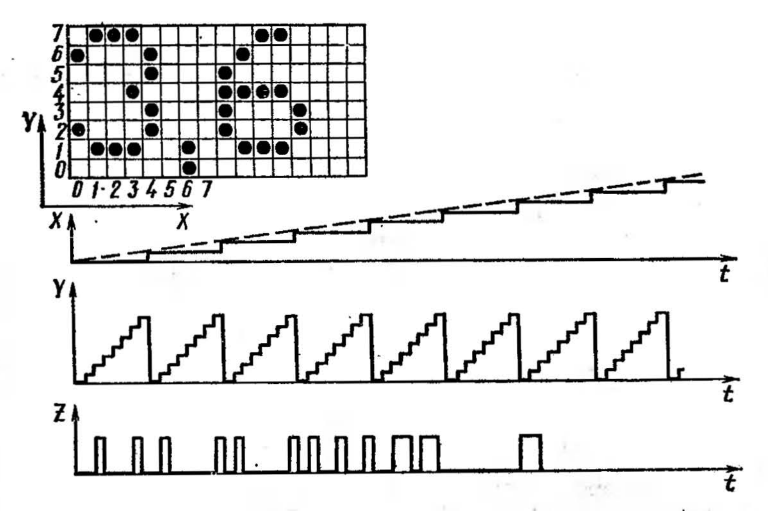


Рис. 1. Схема формирования символов при растровом методе

вается матрицей. Миимальной считается матрица, состоящая из 35 точек (5×7), широко применяющаяся в промышленных дисплеях. На оставшейся части растра можно формировать дополнительные элементы, например запятые, точки, двоеточие и т. д. Наиболее часто применяется сканирование луча в вертикальном направлении (см. рис. 1), что позволяет заменить ступенчатую развертку по оси X линейной (на графике показана штриховой линией). Это дает возможность использовать имеющуюся развертку осциллографа или панорамного индикатора, исключая тем самым применение сложного многоразрядного цифроаналогового преобразователя. Кроме того, это придает цифрам небольшой наклон, повышая их удобочитаемость.

В описываемом блоке знаки формируются растровым методом. Растр состоит из 64 точек (8×8), матрица — из 35 точек (5×7). Оставшаяся часть растра используется для формирования запятых и образования промежутка между символами. Структурная схема блока показана на рис. 2, принципиальная — на рис. 3. Работой всех узлов управляет генератор тактовых импульсов на элементах DD10.1 — DD10.3. Тактовые импульсы с выхода генератора поступают на вход двоичных счетчиков DD5 — DD7, включенных последовательно. Первые три разряда счетчика (выводы 12, 9, 8 DD5)

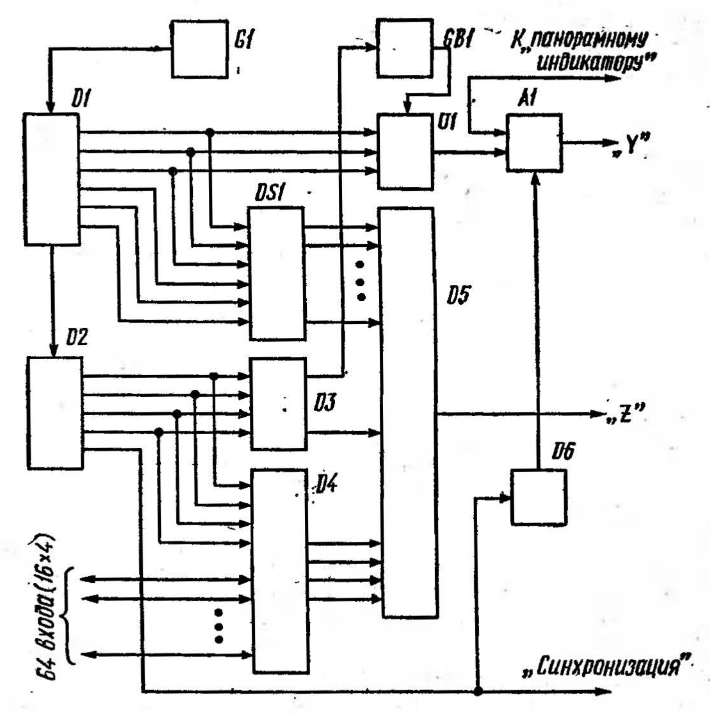


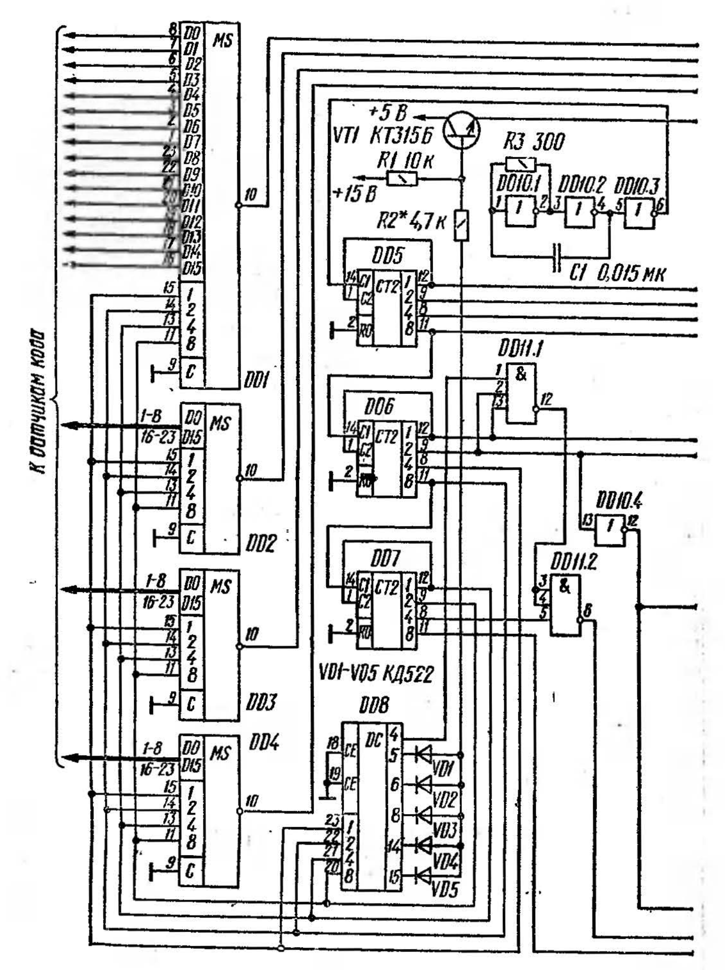
Рис. 2. Структурная схема блока формирования знаков: G1 — генератор тактовых импульсов, D1, D2 — счетчики, DS1 — постоянное запоминающее устройство, D3 — узел формирования запятой и размера знака, D4 — группа мультиплексоров входной информации, GB1 — управляемый источник напряжения, U1 — цифроаналоговый преобразователь, D5 — мультиплексор знаков, D6 — триггер, A1 — коммутатор

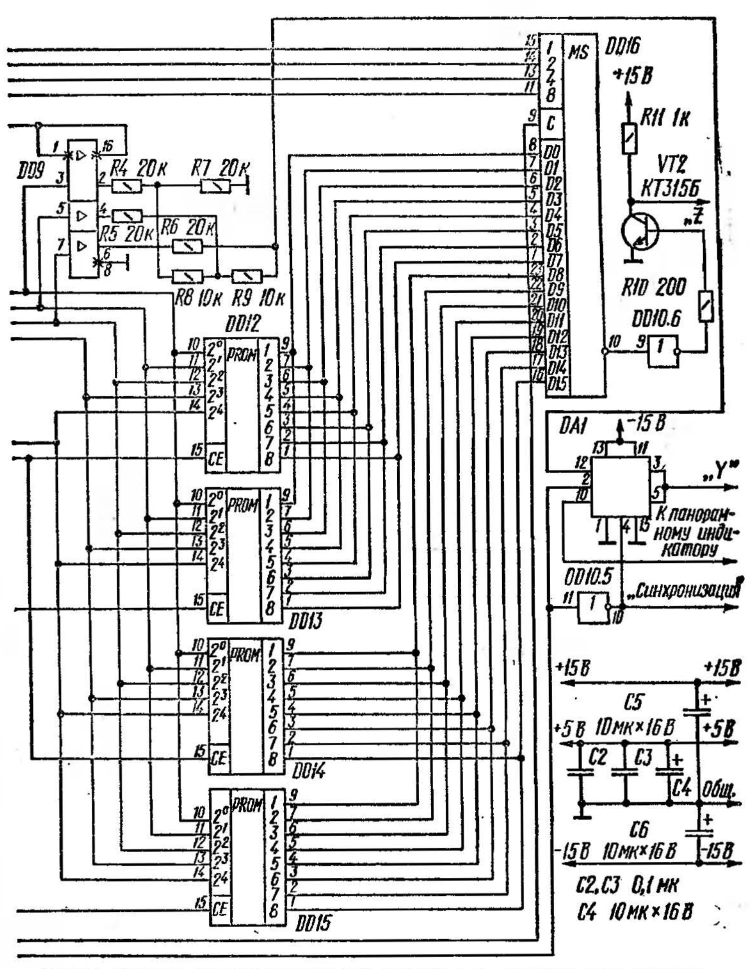
управляют работой цифроаналогового преобразователя, выполненного на микросхеме DD9 и резисторах R4 — R9 и служащего для перемещения луча по вертикали. Применение микросхемы К561ПУ4, представляющей собой сшестеренный буфер-усилитель, и матрицы из резисторов R4 — R9 позволили выполнить очень простой и не требующий подстройки цифроаналоговый преобразователь, допускающий возможность изменения опорного напряжения, о необходимости которого будет подробно сказано ниже.

Указанные выше первые три разряда счетчика, а также следующие три (выводы 11 DD5 и 12, 9 DD6) управ-

ляют работой ПЗУ на элементах DD12 — DD15. Так как размер микрорастра выбран равным 8×8 точек, а объем алфавита знаков — 16, то необходимый объем памяти — 1024 бита получен объединением четырех микросхем К155РЕ3 объемом 256 бит (32 восьмиразрядных слова) каждая. Микросхемы включены параллельно и с помощью элемента DD10.4 последовательно. Микросхемы ПЗУ предварительно запрограммированы по таблице, составленной в соответствии с конфигурацией символов выбранного алфавита знаков (рис. 4). Кроме цифр от 0 до 9 в алфавит включены буквы К, Н, Z, знак тире и двоеточие. Шестнадцатое место алфавита не используется и служит для образования пробела между группами знаков без принятия специальных мер.

Последующие четыре разряда счетчика (выводы 8, 11 DD6 и 12, 9 DD7) управляют работой группы мультиплексоров DD1 — DD4, осуществляющих последовательный опрос нсточников кода шестнадцати индицируемых знаков. Причем на входы мультиплексора DD1 подаются младшие, а на входы DD4 — старшие разряды кодов индицируемых знаков. При этом коды индицируемых знаков в инверсном значении последовательно появляются на входах микросхем DD1 — DD4 и управляют работой мультиплексора знаков DD16, осуществляющего подключение выхода ПЗУ, соответствующего индицируемому знаку, к входу усилителя канала яркости луча, выполненного на инверторе DD10.6 и транзисторе VT2. Двоичный код управления входными мультиплексорами используется также для управления блоком формирования запятых и размеров знака. Чтобы упростить формирование запятых, информация о них записана в ПЗУ вместе с информацией о цифрах. Если запятую отображать не требуется, то с элемента DD11.1, который «отвечает» за шестой и седьмой столбцы каждого знакоместа, через элемент DD11.2 на вывод 9 мультиплексора знака DD16 подается сигнал блокировки. Это приводит к гашению луча. Если же индикация запятой необходима, элемент DD11.1 блокируется. Сигнал на него подается с необходимого вывода дешифратора DD8 (на схеме — с вывода 4, соответствующего пятому знакоместу). Чтобы повысить удобочитаемость и расширить возможности отображающего устройства, предусмотрен узел уменьшения размера знака по вертикали, выполненный на транзисторе VT1 и диодах VD1 — VD5.





DD1–DD4 К155КП1; DD5–DD7 К155ИЕ5; DD8 К155ИД3; DD9 К561ПУ4; DD10 К155ЛН1
DD12–DD15 К155РЕ3; DD16 К155КП1; DA1 К284КН1;

Рис. 3. Принципиальная схема блока формирования знаков

С помощью этого узла снижается опорное напряжение цифроаналогового преобразователя (напряжение питания микросхемы DD9), что приводит к уменьшению размаха напряжения, отклоняющего луч по вертикали. Выбор необходимых знакомест, где размеры знаков будут меньше, осуществляется путем подключения катодов диодов VD1 — VD5 к соответствующим выходам дешифратора DD8. Размеры знаков могут быть уменьшены в 1,5 раза. Минимальный размер получается при минимально возможном напряжении питания микросхемы

К561ПУ4, равном 3 В, и определяется соотношением плеч делителя R1R2. Если необходимость в формировании запятой и уменьшении размеров знаков отсутствует, то дешифратор DD8, узел на транзисторе VT1 и буфер-

Таблица программирования ППЗУ

Входы	Выход DD15	Выход DD14	Выход DD13	Выход DD12
10 11 12 13 14	1 2 3 4 5 6 7 9	1 2 3 4 5 6 7 9	1 2 3 4 5 6 7 9	1 2 3 4 5 6 7 9
0 0 0 0 0	00000000	00000000	00000000	00000000
1 0 0 0 0	00100001	00100000	00111000	00111000
0 1 0 0 0	10110111	10010110	10111000	10010000
1 1 0 0 0	10101010	10011110	10110000	11010000
0 0 1 0 0	10001010	10000100	00110100	01010100
1 0 1 0 0	10000110	10110000	11110000	11010000
0 1 1 0 0	10110100	10110001	11110000	11011000
1 1 1 0 0	00000101	00000101	00111000	00111000
0 0 0 1 0	00000000	00000001	00000000	00000000
1 0 0 1 0	11110110	00000001	11001000	00000000
0 1 0 1 0	00000000	00000000	00000000	00000000
1 1 0 1 0	00001001	00000000	00001000	00000000
0 0 1 1 0	00100010	00000000	11110100	00000000
1 0 1 1 0	00001100	00000000	00000000	00000000
0 1 1 1 0	01000010	00000000	00000000	00000000
1 1 1 1 0	10110101	00000000	11001000	00000000
0 0 0 0 1	00000000	11111110	00000000	11000000
1 0 0 0 1	11110110	11111110	11001000	11000000
0 1 0 0 1	01000000	00000000	00000000	00000000
1 1 0 0 1	01001000	00000000	00100010	00000000
0 0 1 0 1	01100011	00000000	11011100	00000000
1 0 1 0 1	01000100	00000000	00100010	00000000
0 1 1 0 1	01001000	00000000	00000000	00000000
1 1 1 0 1	11110111	00000000	11001000	00000000
0 0 0 1 1	00000000	00000000	00000000	00000000
1 0 0 1 1	11111110	00000000	10001000	00000000
0 1 0 1 1	00001000	00000000	01100000	00000000
1 1 0 1 1	00001000	00000000	00000000	00000000
0 0 1 1 1	00111010	00000000	11010100	00000000
1 0 1 1 1	00001101	00000000	00001000	00000000
0 1 1 1 1	00001000	00000000	00100000	00000000
1 1 1 1 1	10111111	00000000	11001000	00000000

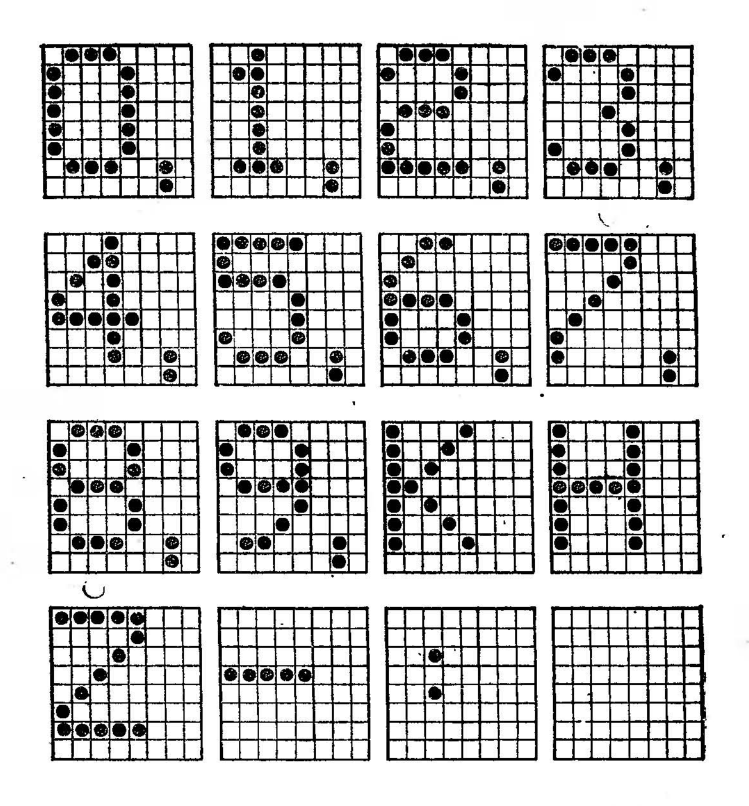


Рис. 4. Конфигурация символов выбранного алфавита знаков

усилитель DD9 можно исключить, осуществив цифроаналоговое преобразование трехразрядного кода на выходах счетчика DD5 на суммирующих резисторах, аналогично, например, тому, как было выполнено в других устройствах [1].

Чтобы данный формирователь мог работать совместно с панорамной приставкой, введен коммутатор (микросхема DA1), осуществляющий поочередное подключение выхода цифроаналогового преобразователя либо панорамной приставки к выходу дисплея. Коммутатором управляют с помощью сигнала с последнего разряда счетчика (вывод 11 DD7).

Так как данный блок формирования знаков предназначался для работы с осциллографом, то в нем введено гашение луча после его прохождения промежутка, равного шестнадцати знакоместам, путем подачи запрещающего сигнала с предпоследнего разряда счетчиков (вывод 8 DD7). Это связано с тем, что размер изображения по горизонтали у осциллографа несколько больше размеров экрана. Поэтому в данном блоке размер изображения устанавливают, изменяя частоту развертки и пользуясь импульсом синхронизации с выхода инвертора DD10.5. В случае применения узла развертки, обеспечивающего необходимое горизонтальное отклонение, то в целях понижения допустимой частоты развертки следует вывод 8 счетчика DD7 подключить не к входу элемента DD11.2, а к входу инвертора DD10.5, устранив при этом его соединение с выводом 11 счетчика DD7.

Налаживание блока начинают с установки частоты генератора тактовых импульсов равной 80...100 кГц подбором конденсатора C1. Затем проверяют работу счетчиков DD5—DD7. Частота следования импульсов на каждом последующем разряде должна быть в два раза ниже предыдущей. Затем, отключив резистор R2, проверяют работу цифроаналогового преобразователя. Форма напряжения на выходе — ступенчатая пилообразная с размахом примерно 5 В. При необходимости резисторы R4 — R9 (типа С2-23) можно заменить и на другие, даже взять их с другим номиналом, но соотношение сопротивлений должно быть близко к двум. Затем проверяют наличие импульсов на выходах ПЗУ (за исключением вывода 9 DD12) и импульсов разрешения на выходе элемента DD11.2. Подключив вход Z осциллографа к коллектору транзистора VT2, а вход Y к выводу 12 микросхемы DD1 и подведя необходимые коды к входам мультиплексоров DD1—DD4, проверяют работу блока в целом. При необходимости регулируют частоту развертки и синхронизации осциллографа. Для формирования знаков К, Н, Z, тире и двоеточия необходимо сформировать на соответствующих входах мультиплексоров DD1 — DD4 соответственно коды 0101, 1101, 0011, 1011. Для образования промежутка в одно знакоместо формируют код 1111, что соответствует разомкнутым входам мультиплексора, соответствующим данному

знакоместу. Восстановив соединение резистора R2, проверяют уменьшение размера выбранных знаков по вертикали. Нужное уменьшение устанавливают подбором резистора R2.

Литература

1. Бирюков С. Устройство формирования цифр.— Радио, 1977, № 5, с. 17—19.

2. Натопта Е. Устройство формирования цифр.— Радио, 1977, № 6, с. 21—23.

3. Баклаев Н. Устройство формирования цифр.— Радио, 1977, № 7, с. 24—26.

ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА В БЫТУ

УСТРОЙСТВО ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

В. Копанев, В. Сироткин

...с число-импульсным разделением каналов

Устройство предиазиачено для передачи 14 дискретвых команд телеуправления по проводной лииии связи длиной до 50...100 м и может быть использовано в народиом хозяйстве, например для дистанционного управления техиологическими процессами. В случае примеиеиия приемника н передатчика, работающих в ультразвуковом или УКВ диапазонах, возможио беспроводиое телеуправление с использованием даниого устройства.

Мощность, потребляемая устройством от источника питаиия напряжением 5 В, не превышает 2 Вт и может быть уменьшеиа в 2,5 раза при использовании микросхем серии К134 или К136.

Структурная схема прибора показана на рис. 1. Он состоит из генератора импульсов опроса G1, кнопочного поля S1, генератора пачки импульсов G2, шифратора D1, счетчиков D3, D7, пороговых устройств D4, D10, формирователя импульсов сброса D5, расширителя импульсов D6, формирователя импульсов счета D8, дешифратора D9, блока реле K1.

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 2 и 3, приемника — на рис. 4, а эпюры, иллюстрирующие их работу, на рис. 5 и 6 соответственно.

Генератор опроса, собранный на микросхеме (МС) DD1 и элементе DD2.1, вырабатывает импульсы (см. 1 и 2 на рис. 5) с частотой 30...60 Гц. По отрицательному спаду сигнала 1 с помощью дифференцирующей цепи C3R3R4 формируется импульс 3, который устанавливает RS-триггер DD3.1 (выполнен на двух элементах 2И-НЕ) в единичное состояние (сигнал 4). В результате генератор пачки импульсов на МС DD4 начинает вырабатывать импульсы с частотой 9...12 кГц (сигнал 5), которые через цепь VD4R7 поступают в линию связи. Цепь VD4R7 устраняет осцилляции, возникающие в результате работы элемента DD4.4 на длинную проводную линию.

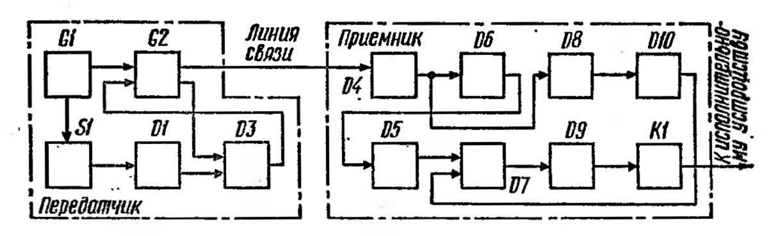


Рис. 1. Структурная схема устройства телеуправления с числоимпульсным разделением каналов

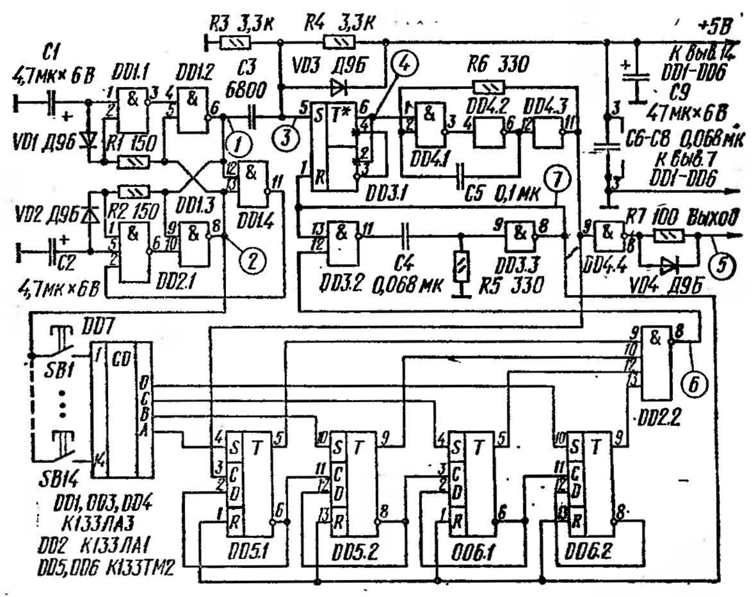


Рис. 2. Принципиальная схема передатчика

Одновременно импульсы с выхода элемента DD4.3 поступают на вход 4-разрядного счетчика, собранного на МС DD5 и DD6. После прохода на счетчик 15-го импульса пачки все триггеры счетчика будут находиться в единичном состоянии, поэтому на выходе элемента совпадения DD2.2 появится логический 0 (сигнал Б), который запустит одновибратор, собранный на элементах DD3.2 и DD3.3. Отрицательный импульс 7 длительностью около 15 мкс, сформированный одновибратором, устанавливает счетчик и триггер DD3.1 в нулевое состояние.

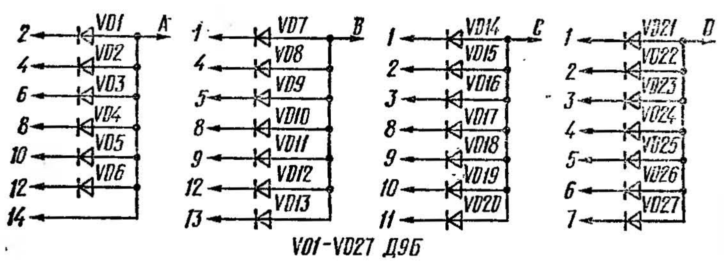


Рис. 3. Принципиальная схема шифратора

Микросхема	Вывод							
	1	2	4	5	9	10	12	13
DD6	a	d	f	h	в	c	f	h
DD7	a	c	f	h	в	d	e	h
DD8	a	d	e	h	в	c	e	h
DD9	a	c	e	h	в	d	f	g
DD10	a	d	f	g	в	c	f	g
DD11	a	c	f	g	в	d	e	g
DD12	a	d	e	g	в	c	e	g

Рис. 4. Принципиальная схема приемника

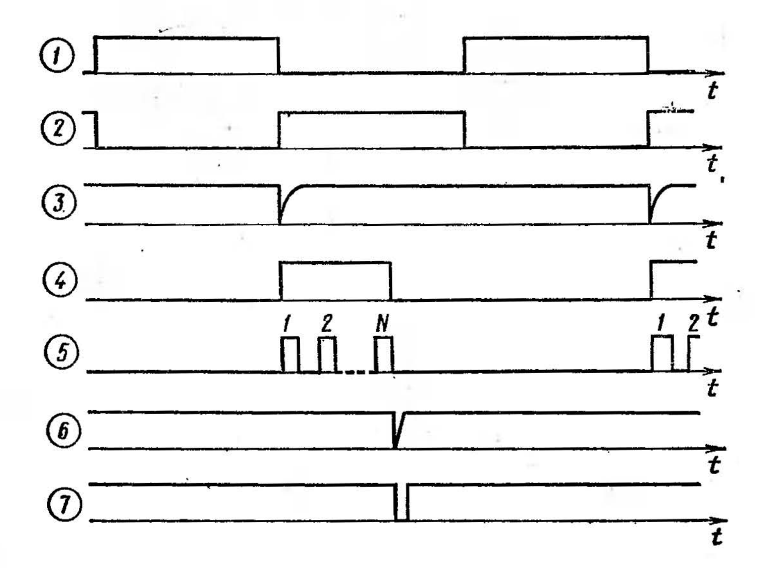


Рис. 5. Эпюры напряжений в передатчике

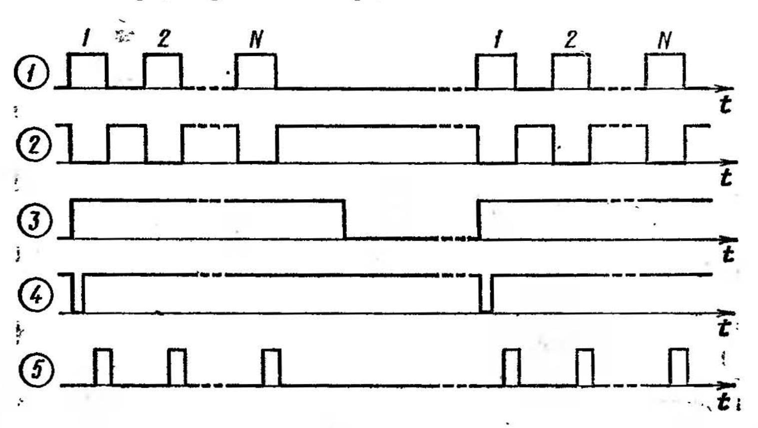


Рис. 6. Эпюры напряжений в приемнике

Таким образом, в исходном состоянии (кнопки SB1 — SB14 отпущены) на выходе передатчика периодически появляются пачки из 15 импульсов.

При нажатии на кнопку с номером N передатчик начинает работать так. В течение времени, когда сигнал равен логическому 0, в счетчик с помощью шифратора DD7 в двоичном коде записывается число $K = 15 - N$.

Поэтому все триггеры счетчика установятся в единичное состояние после N-го импульса пачки. Таким образом, в данном случае на выходе передатчика будут периодически появляться пачки, состоящие из N импульсов.

Диод VD3 защищает вход 5 МС DD3.1 от перенапряжения, возникающего в момент положительного перепада сигнала 1.

Принципиальная схема шифратора показана на рис. 3.

Рассмотрим работу приемника. Входной сигнал 1 (см. рис. 6) через буферные инверторы DD1.1 и DD1.2 поступает на пороговое устройство (аналог триггера Шмитта), в состав которого входят элементы DD1.3, DD2.1 и резисторы R3 и R5. Данное пороговое устройство имеет напряжение срабатывания около 1,4 В и гистерезис 0,6 В. Сравнительно большой гистерезис способствует улучшению помехоустойчивости приемиика, так как помеха, не выходящая за пределы петли гистерезиса, не оказывает влияния на работу устройства. Однако основное назначение порогового устройства — уменьшить фронты импульсов пачки, которые ухудшились вследствие прохождения через линию связи.

Из сигнала 2 порогового устройства с помощью расширителя импульсов на элементе DD1.4 формируется сигнал 3. Происходит это следующим образом. До прихода пачки импульсов сигнал 2 имеет значение логической 1. При этом диод VD2 закрыт, а конденсатор С2 заряжен на напряжения около 1,6 В входным током элемента DD1.4 со стороны выхода 9, поэтому сигнал 3 равен 0. С приходом первого импульса пачки сигнал 2 принимает значение логического 0, а сигнал 3 — логической 1. При этом конденсатор С2 разряжается через диод VD2, токоограничивающий резистор R2 и выходиой транзистор элемента 2И-НЕ DD1.3. Кондеисатор С2 выбран с такой емкостью, что он не успевает за время паузы между импульсами зарядиться до порогового напряжения DD1.4. Через 80...200 мкс после окончания последнего импульса пачки конденсатор С2 заряжается до порогового напряжения, и сигнал 3 принимает значение 0.

Таким образом иа выходе расширителя импульсов формируется импульс длительностью несколько большей, чем длительность пачкн.

На МС DD5 собран формирователь импульсов «сброса» счетчика. До прихода пачки сигнал 3 равен 0 (поэтому конденсатор С1 разряжен), а сигнал 4 равен 1. С приходом первого импульса пачки значение сигнала 4 изменяется на 0. Возврат сигнала 4 в значение 1 происходит по окончании зарядки конденсатора С1 до порогового напряжения элемента DD5.1. Длительность импульса сброса счетчика 4...10 мкс. Интегрирующая цепь R4C3 устраняет ложный «всплеск» напряжения, возникающий в момент отрицательного перепада сигнала 3.

Формирователь импульсов счета выполнен на элементе DD2.2. В паузах между импульсами пачки конденсатор С4 разряжен по цепи VD3R6DD2.1, а напряжение на выходе DD2.2 равно 1. Изменение значения этого напряжения на 0 происходит через 15...30 мкс (время зарядки конденсатора С4) после прихода любого импульса пачки, а возврат в 1 — по спаду того же импульса пачки.

Поскольку для надежной работы счетчика необходимы импульсы счета с малыми фронтами, импульсы с выхода DD2.2 обостряются пороговым устройством на элементах DD2.3 и DD2.4. С выхода порогового устройства импульсы счета (сигнал 5) поступают на вход счетчика, выполненного на МС DD3 и DD4. Состояние счетчика в паузах между пачками соответствует числу импульсов в пачке и определяется дешифратором на МС DD6 — DD12. К выходам дешифратора подключены реле К1 — К14, контакты которых коммутируют исполнительные устройства.

Порядок подключения входов МС DD6 — DD12 к выходам счетчика указан в таблице.

Ввиду периодичности прихода пачек обмотки реле питаются импульсным током, однако дребезжания реле не происходит, так как скважность импульсов тока через обмотки реле находится в пределах 0,003...0,09, в зависимости от номера нажатой кнопки.

К деталям устройства никаких особых требований не предъявляется. Реле К1 — К14 — РЭС-10, паспорт РС4.524.308. Диоды Д9Б могут быть заменены на Д311, Д312 с любым буквенным индексом.

Н а л а ж и в а н и е устройства заключается в проверке осциллографом соответствия сигналов эпюрам, приведенным на рис. 5 и 6. При этом на вход внешней

синхронизации осциллографа подают сигнал 1 передатчика.

Для дополнительного повышения помехоустойчивости устройства при работе на длинную линию связи желательно выход передатчика и вход приемника соединить через резисторы сопротивлением 3,3 кОм с шиной +5 В.

Следует заметить, что при беспроводном телеуправлении необходимо в несколько раз уменьшить частоту повторения импульсов в пачке и частоту опроса. Одновременно с этим нужно ввести в блок реле приемника интеграторы (в простейшем случае интегрирующие RC-цепи) с постоянной времени порядка нескольких миллисекунд (максимальная длительность пачки) для увеличения эффективной инерционности реле.

Для еще большего сужения полосы передаваемых частот по УКВ или ультразвуковому каналу желательно передавать не пачки прямоугольных импульсов, а пачки «синусоидальных» импульсов. При этом после детектора приемника необходимо включить пороговое устройство для обратного перехода к прямоугольным импульсам.

...с уровневым разделением каналов

Данное устройство обеспечивает передачу восьми дискретных команд телеуправления по проводной линии связи, имеющей сопротивление не более 80 Ом.

Мощность, потребляемая устройством от источников питания, не превышает 0,36 Вт в исходном состоянии и 1,5 Вт при включенной команде. Прибор сохраняет работоспособность при изменении питающих напряжений в пределах —15... +30 % от номинальных значений.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 7. Пульт управления состоит из кнопок SB1—SB8 и резисторов R1—R8. В исходном состоянии суммарное сопротивление резисторов пульта управления равно 0,3×8=2,4 кОм. При нажатии на кнопку SB1 резистор R1 шунтируется ею и суммарное сопротивление уменьшается до 2,1 кОм. При нажатии на кнопку SB2 закорачиваются два резистора — R1 и R2, суммарное сопротивление уменьшается до 1,8 кОм. Таким образом, сум-

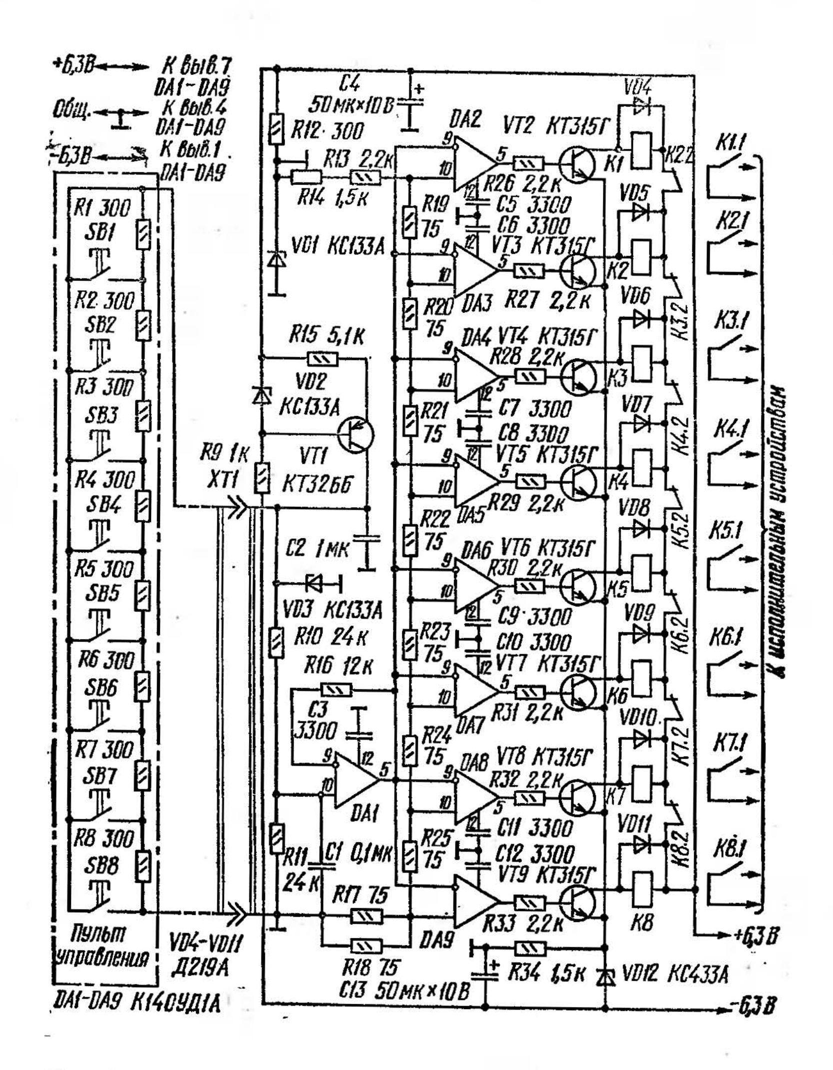


Рис. 7. **Принципиальная схема устройства телеуправления с уровневым разделением каналов**

марное сопротивление (в килоомах) пульта управления равно 2,4 — 0,3N, где N — номер нажатой кнопки.

Пульт управления через линию связи и разъем X1 подключен к генератору тока, выполненному на транзи-

сторе VT1. Коллекторный ток этого транзистора определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD2 и сопротивлением резистора R15 и равен примерно 0,5 мА. Следовательно, напряжение на коллекторе транзистора VT1 изменяется от 1,2 В до нуля в зависимости от номера нажатой кнопки. Это напряжение через делитель R10R11 и повторитель на микросхеме DA1 подводится к инвертирующим входам микросхем DA2—DA9,

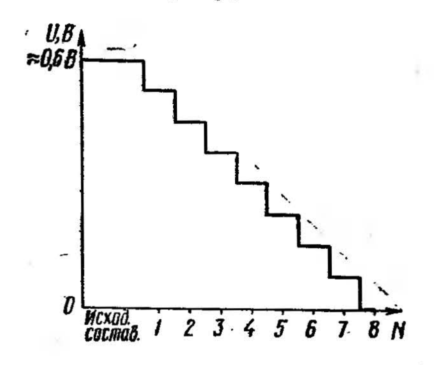


Рис. 8.
Зависимость опорного напряжения от поданной команды

являющихся компараторами (сравнивающими устройствами) напряжения. На их неинвертирующие входы поданы опорные напряжения, вырабатываемые делителем на резисторах R17—R25, на который поступает стабилизированное напряжение.

В исходном состоянии (все кнопки отпущены) напряжение на выходе микросхемы DA1 больше любого из опорных напряжений (см. рис. 8), поэтому выходные напряжения микросхем DA2—DA9 отрицательны и равны примерно —4...—5 В. Поскольку напряжение на эмиттерах транзисторов VT2—VT9 около —3 В (определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD12), то в исходном состоянии эти транзисторы закрыты, а обмотки реле K1—K8 обесточены. При нажатии на кнопку SB1 выходное напряжение микросхемы DA1 становится меньше опорного напряжения, подаваемого на вход микросхемы DA2, поэтому на выходе компаратора DA2 напряжение возрастет примерно до +4,5 В. Транзистор VT2 открывается, реле K1 срабатывает, включив исполнительное устройство, соответствующее первой команде. При нажатии на кнопку SB2 положительные напряжения появляются на выходах компараторов DA2 и DA3, однако срабатывает только реле K2,

так как обмотка реле К1 обесточивается размыканием контактов К2.2. Работа устройства при подаче команд 3—8 происходит аналогично.

Стабилитрон VD3 и делитель напряжения R10R11 защищают входы микросхем DA2—DA9 от перегрузки противофазным напряжением при случайном отключении пульта управления. Конденсаторы С1 и С2 служат для подавления напряжения помех, наводимых на линию связи. Конденсаторы С3, С5—С12 устраняют возможность самовозбуждения микросхем DA1—DA9. Диоды VD4—VD11 предотвращают пробой транзисторов VT2—VT9 при выключении реле. Благодаря подключению эмиттеров транзисторов VT2—VT9 к точке с потенциалом —3 В обеспечивается надежное срабатывание реле и отпадает необходимость в защите эмиттерных переходов указанных транзисторов от пробоя обратным напряжением, так как в данном устройстве это напряжение не превышает —2,3 В, а предельно допустимое напряжение база-эмиттер для транзисторов КТ315Г равно —6 В.

Налаживание устройства производится без применения каких-либо измерительных приборов по следующей методике. На время налаживания параллельно резистору R1 припаивают резистор сопротивлением 300 Ом (±5 %). Затем при отпущенных кнопках пульта управления подстроечный резистор R14 устанавливают в положение, при котором реле К1 находится на грани срабатывания.

Резисторы R1—R8, R10—R13, R17—R25 должны быть с предельным отклонением ±5 %. Резистор R14 — любой многооборотный подстроечный, например СП5-2 или СП5-14. Номиналы конденсаторов и остальных резисторов некритичны. Реле К1—К8—РЭС-9, паспорт РС4.524.202, или РЭС-22, паспорт РФ4.500.129. Вместо указанных на схеме можно использовать другие элементы: КТ326А (VT1), КТ315 с любым буквенным индексом (VT2—VT9); КС439А, КС133А (VD12); К140УД1А, К140УД1Б, К1УТ401Б (DA1—DA9). В качестве VD4—VD11 могут быть любые кремниевые диоды.

ЭЛЕКТРОННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

А. Коробков

Чтобы продлить срок эксплуатации автомобильной аккумуляторной батареи, необходим эффективный контроль за режимом ее зарядки. Описываемое устройство сигнализирует водителю, когда напряжение на аккумуляторной батарее повышено и когда оно понижено, а генератор не работает. В случае повышенного потребления тока в бортовой сети при малой частоте вращения ротора генератора сигнализатор не срабатывает.

При разработке устройства ставилась цель разместить его в корпусе имеющегося в автомобиле сигнального реле РС702, что обусловило особенности конструкции сигнализатора и типы примененных транзисторов.

Принципиальная схема электронного сигнализатора вместе с цепями связи его с элементами бортовой сети приведена на рис. 1.

На транзисторах VT2, VT3 выполнен триггер Шмитта, на VT1 — узел запрета его срабатывания. В коллекторную цепь транзистора VT3 включена индикаторная лампа HL1, размещенная на приборном щитке. В горячем состоянии нить накала имеет сопротивление около 50 Ом. Сопротивление холодной нити в 7...10 раз ниже. В связи с этим транзистор VT3 должен выдерживать бросок тока в коллекторной цепи до 2,5 А. Этому требованию удовлетворяет транзистор КТ814.

Аналогичные транзисторы используются и в качестве VT1 и VT2. Но здесь причиной их выбора послужило стремление получить малые геометрические размеры устройства — три транзистора устанавливают один под другим и закрепляют общим винтом с гайкой.

Напряжение бортовой сети за вычетом напряжения на стабилитроне VD2 через делитель R5R6 подается на базу транзистора VT2. Если оно выше 13,5 В, триггер Шмитта переключается в состояние, при котором выходной транзистор VT3 закрыт и лампа HL1 не горит.

База транзистора VT2 через стабилитрон VD1 и делитель R1R2 соединена также со средней точкой обмотки генератора. При исправном генераторе в ней относительно его плюсового вывода создается пульсирующее

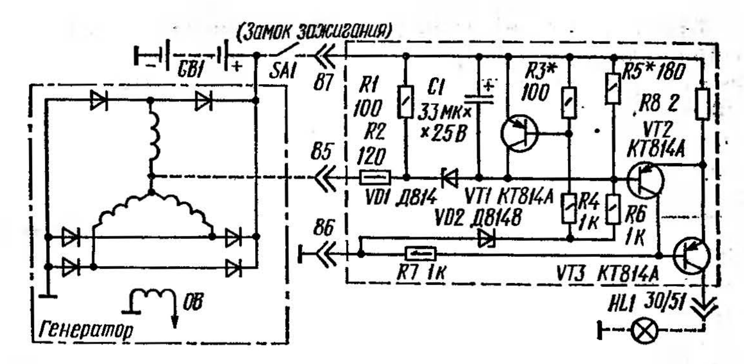


Рис. 1. Принципиальная схема электронного сигнализатора

напряжение с амплитудой, равной половине генерируемого напряжения. Поэтому, если даже из-за большой токовой нагрузки в бортовой сети напряжение упадет ниже 13,5 В, ток с делителя R1R2 поступает в базу транзистора VT2 и не разрешает горение лампы. Чтобы исключить запрещение на включение сигнализации, когда отсутствует ток в обмотке возбуждения генератора, используется цепь, состоящая из делителя R1R2 и стабилитрона VD1. Она предотвращает попадание тока утечки через выпрямительные диоды генератора (в худшем случае до 10 мА) в базу транзистора VT2.

Напряжение бортовой сети за вычетом напряжения на стабилитроне VD2 через делитель R3R4 подается также на базу транзистора VT1, участок коллектор — эмиттер которого шунтирует базовую цепь транзистора VT2. При напряжении сети выше 15 В транзистор VT1 переходит в режим насыщения. При этом триггер Шмитта переключается в состояние, при котором транзистор VT3 открыт и, следовательно, зажигается лампа HL1.

Таким образом, лампа красного света на приборном щитке загорается, когда отсутствует ток зарядки и напряжение сети ниже 13,5 В, а также когда оно выше 15 В.

При использовании в автомобиле электронного регулятора напряжения, не имеющего отдельного провода к клемме аккумуляторной батареи, из-за падения напряжения (около 0,1...0,2 В) в цепи до входной клеммы регулятора (чаще всего в режиме холостого хода) при выключенных потребителях тока наблюдается кратковременное периодическое пропадание зарядного тока от

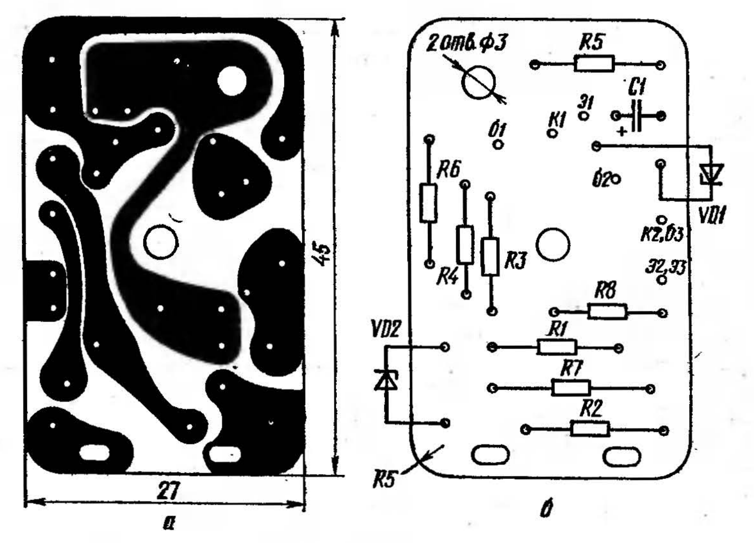


Рис. 2. **Печатная плата электронного сигнализатора: а — расположение токопроводящих дорожек, б — размещение деталей на плате**

генератора. Длительность и период такого эффекта обусловлены временем спадания напряжения на аккумуляторной батарее на 0,1...0,2 В и временем повышения его на то же значение и составляют, в зависимости от состояния аккумуляторной батареи, около 0,3...0,6 с и 1...3 с соответственно. При этом с таким же тактом срабатывает сигнальное реле РС702, зажигая лампу. Такой эффект нежелателен. Описываемый электронный сигнализатор исключает его, так как при кратковременных пропаданиях зарядного тока напряжение в бортовой сети не достигает нижнего порога 13,5 В.

Электронный сигнализатор выполнен на базе имеющегося в автомобиле сигнального реле РС702. Само реле с гетинаксовой платы удалено (после ликвидации заклепки). Кроме того, удалены заклепка с контактного лепестка «87» и Г-образная стойка у его основания.

Элементы сигнализатора монтируют на печатной плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Транзисторы VT1 — VT3 размещены по оси центрального отверстия платы: VT3 со стороны печатного монтажа коллекторной пластиной от платы, а VT2, VT1 (в указанном порядке) — с противоположной стороны платы коллекторными пластинами в

сторону платы. Перед пайкой все три транзистора нужно стянуть винтом М3 с гайкой. Их выводы соединяют с точками платы облуженными медными проводниками, впаянными в нужные отверстия платы. Резисторы R3 и R5 припаивают не к токопроводящим дорожкам, а к штырям из провода. Это облегчит их замену при налаживании устройства. Элементы VD1 и VD2 устанавливают вертикально жестким выводом к плате. Так же вертикально расположен конденсатор C1, помещенный в хлорвиниловую трубку по диаметру конденсатора.

В сигнализаторе следует применять резисторы (кроме R8) — ОМЛТ (МЛТ) с номиналами и мощностью рассеивания, указанными на схеме. Допуск по номиналам ±10 %. Резистор R8 изготавливают из высокоомного провода, намотанного (1—2 витка) на резистор МЛТ-0,5. Конденсатор C1 — К50-12. Транзисторы VT1 — VT3 — любые из серии КТ814 или КТ816. Элемент VD1 — стабилитрон Д814 с любым буквенным индексом, VD2 — Д814Б или Д814В.

После окончания монтажа печатной платы электронный сигнализатор собирают в такой последовательности:

снимают гайку и винт, стягивающие транзисторы;

в сквозные отверстия транзисторов VT1, VT2 помещают хлорвиниловую трубку диаметром 3 мм;

в освободившуюся от реле РС702 плату вставляют лепестки (выводы) «30/51» (в центре) и «87»; последний закрепляют винтом М3 (головкой со стороны вывода) с гайкой высотой 3 мм;

винт М2,7 длиной 15...20 мм пропускают через отверстие в плате от реле РС702 (со стороны вывода «30/51»), затем насаживают на концы винтов смонтированную плату с транзисторами;

обеспечивают контакт вывода «30/51» с коллекторной пластиной транзистора VT3 (путем ее плотного прилегания к плоской части вывода);

проверяют наличие соединения вывода «87» с печатной платой через гайку с винтом;

короткие штырьки выводов «85» и «86» подгибают так, чтобы они вошли в предназначенные для них отверстия на печатной плате;

с помощью гаек М2,7 и М3 с шайбами скрепляют обе платы;

припаивают штырьки выводов «85» и «86» к токопроводящим дорожкам.

При налаживании сигнализатора требуются блок питания с регулируемым напряжением от 12 до 16 В и лампа мощностью 3 Вт на 12 В.

Сначала при отключенном резисторе R5 подбирают резистор R3. Необходимо добиться, чтобы при увеличении напряжения лампа загоралась в момент достижения 14,5...15 В. Затем подбирают резистор R5 так, чтобы лампа зажигалась, когда напряжение снижается до 13,2...13,5 В.

Налаженный сигнализатор устанавливают на место реле РС702, при этом вывод «86» соединяют с «массой» автомобиля коротким проводом под винт крепления самого сигнализатора. К остальным выводам подключают провода электрооборудования, как это предусмотрено штатной схемой автомобиля с реле РС702, т. е. к выводу «85» — провод от средней точки генератора (желтый), к «30/51» — провод от лампы индикации (черный), к «87» — провод «±12 В» (оранжевый).

Испытания сигнализатора показали следующий результат. При коротком замыкании регулятора свеченне лампы наблюдается при повышении частоты вращения генератора и зависит от нее. При изъятии предохранителя в цепи регулятора лампа загорается примерио через минуту независимо от частоты вращения. Этой информации достаточно, чтобы установить причину и вид неисправности системы генератор — регулятор напряжения.

При включении зажигания через час и более после остановки двигателя индикация работает, как и с релейным сигнализатором. Если же оно включается через незначительное время (менее 5 мин), лампа — сигнализатор зарядки не зажигается, но при пуске двигателя стартером вспыхивает и гаснет, свидетельствуя об исправности сигнализатора.

Установка описанного регулятора вместо штатного РС702 в автомобилях «Жигули» (ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103, ВАЗ-2106 и др.) позволит однозначно предупредить водителя о всех отклонениях в режиме работы аккумуляторной батареи и сохранить ее от губительной перезарядки.